THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

550.5
NJB
V.47

UNIV... OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

Return this book on or before the *Latest Date* stamped below. A charge is made on all overdue books.

U. of I. Library

FEB 17 1941
MAY 29 1951
SEP 14 1956
APR 4 1977
MAR 21 1977

17625-S

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Neues Jahrbuch

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **E. Kaiser,** in München **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

XLVII. Beilage-Band

Mit IX Tafeln, 67 Textfiguren und 8 tabellarischen Übersichten

STUTTGART 1923
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

550.5
NJB
v.47
Geology
LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Inhalt.

	Seite
Beetz, W.: Uber den Ursprung der Achatgerölle und der Gerölle anderer Quarzmineralien in den Diamantseifen an der Küste Südwestafrikas. (Mit Taf. VII—IX.)	347—380
Dietz, A.: Untersuchungen über die Lobenlinien der Ammoniten des Lias α—γ. (Mit 33 Textfiguren und 8 tabellarischen Übersichten.) .	381—494
Eitel, W.: Die Mischkristallbildung in der Gruppe der alkali- und tonerdehaltigen Hornblenden, dargestellt in den Vierstoffsystemen SiO_2—CaO—(Mg, Fe)O—(Al, Fe)$_2O_3$ und RO—SiO_2—R_2O_3—R_2O. Nach Notizen im Nachlaß von H. E. Boeke † und P. Kling †. (Mit 13 Textfiguren.)	201—253
Harrassowitz, H.: Klima- und Verwitterungsfragen. (Mit 1 Textfigur.)	495—515
Schlosser, M.: Revision der Unteroligocänfauna von Häring und Reut im Winkel	254—294
Schneiderhöhn, H.: Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers. (Mit 6 Textfiguren.)	1— 38

535069

Seite

Steinmann, G.: Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika.

XXVI. E. Jaworski: Die marine Trias in Südamerika. (Mit Taf. IV—VI und 4 Textfiguren.) . . . . . 93—200

Stieler, Carl: Anomale Mündungen bei Inflaticeraten. (Unter Berücksichtigung derselben Erscheinung bei anderen Mollusken.) (Mit 9 Textfiguren.) . . . . . 295—346

Wetzel, W.: Sedimentpetrographische Studien. (Mit Taf. I—III und 1 Textfigur.) . . . . . 39— 92

Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers.

Von

Hans Schneiderhöhn in Gießen.

Mit 6 Textfiguren.

Bei den Vorarbeiten für eine „Mikroskopische Physiographie der opaken Erze im auffallenden Licht" untersuchte ich auch Anschliffe von Kupferschiefer. Sie boten einen weit tieferen Einblick in den Aufbau dieses vielumstrittenen, aber in seiner Zusammensetzung seither so wenig gekannten Erzgesteines, als er nach den bisher angewandten Methoden zu erzielen war. Weiterhin zeigten sich bei den stärksten Vergrößerungen zahllose Mengen vererzter organismenähnlicher Gebilde, die ebenfalls ganz neue Gesichtspunkte für die Genese des Erzinhaltes darboten. Aus diesen Gründen glaubte ich eine gesonderte Darstellung der chalkographischen Untersuchung des Kupferschiefers und seiner vererzten Mikroorganismen geben zu sollen. Es ergibt sich dabei Veranlassung, eingehender die Rolle, welche die Bakterien des Schwefelkreislaufes für die Bildung sulfidischer Erzlagerstätten spielen, zu besprechen, welche nebst den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchungen die Grundlage abgibt für die Darstellung der Entstehung des Kupferschiefers.

Neuere Literatur.

1. K. Andrée: Geologie des Meeresbodens. II. 1920. p. 107—113.
2. G. Berg: Über die Mikrostruktur einiger Kupferschiefererze. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1919. **27**. 93—95.
3. A. Bergeat: Das Meggener Kiesschwerspatlager als Ausscheidung auf den Grund des mitteldevonischen Meers. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1914. **22**. 237—249.

4. A. Bergeat: Untersuchungen über die Struktur des Schwefelkies-Schwerspatlagers zu Meggen a. d. Lenne, als Unterlagen für dessen geologische Deutung. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXIX. 1914. 1—63.

5. B. Doss: Über die Natur und Zusammensetzung des in miocänen Tonen des Gouvernements Samara auftretenden Schwefeleisens. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXIII. 1912. 662—713.

6. — Melnikowit, ein neues Eisenbisulfid und seine Bedeutung für die Genesis der Kieslagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1912. **20**. 453—483.

7. Geipel: Über die Rücken im Mansfeldschen Revier und ihren Einfluß auf die Erzführung des Kupferschiefers. Jahrb. Hallescher Verband etc. 1920. **1**. 21—27.

7a. E. Erdmann: Diskussionsbemerkung. Ebendort. 27—29.

7b. F. v. Wolff: Diskussionsbemerkung. Ebendort. 29—31.

7c. K. Lier: Diskussionsbemerkung. Ebendort. 31—32.

8. E. C. Harder: Iron depositing bacteria and their geological relations. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. **113**. 1919. 89 p.

9. P. Krusch: Die Verteilung der Metallgehalte (Cu, Ag, Mo und Vd) im Richelsdorfer Kupferschiefer, ein Beitrag zur Genesis des Flözes. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1919. **27**. 76—84.

10. J. F. Pompeckj: Das Meer des Kupferschiefers, Branca-Festschrift 1914. 444—494.

11. — Kupferschiefer und Kupferschiefermeer. Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. 1920. **72**. Monatsber. 329—339.

12. H. Schneiderhöhn: Die mikroskopische Untersuchung undurchsichtiger Mineralien und Erze im auffallenden Licht und ihre Bedeutung für Mineralogie und Lagerstättenkunde. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XLIII. 1920. 400—438.

13. F. Beyschlag: Die Erzführung des Kupferschiefers. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1921. **27**. 1—9[1].

14. R. Lang: Der mitteldeutsche Kupferschiefer als Sediment und Lagerstätte. Jahrb. Hallescher Verband etc. 1921. **3**. 1—135[1].

Weitere Angaben und ältere Literatur aus den Lagerstättenwerken von Stelzner-Bergeat, Beck, Beyschlag-Krusch-Vogt und O. Stutzer.

Untersuchungsmaterial: Stücke typischen, zurzeit im Abbau befindlichen Kupferschiefers erhielt ich auf meine Bitte von der Oberberg- und Hüttendirektion der Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft in Eisleben zugesandt,

[1] Erschien erst, als vorliegende Arbeit schon zum Druck eingeliefert war. Während ich mich den geologischen Ausführungen von Lang anschließe, kann ich seinen z. T. sehr merkwürdigen chemisch-mineralogischen Ansichten nicht folgen. Sie erledigen sich zum großen Teil durch die Feststellung der eigentlichen Zusammensetzung und Struktur des Kupferschiefers, die jetzt erst gelang, und die ganz anders ist als das Bild, das Lang sich davon vorstellte.

wofür ich auch an dieser Stelle bestens danke. Sie stammen von folgenden Orten:

Chlothildeschacht: Flügel II, südl. v. Flachen, oberh. d. V. Tiefbausohle
„ „ III, „ „ „ „ „ VI. „
„ „ IV, „ „ „ „ „ VI. „
Hohenthalschacht: IV. Tiefbausohle im Norden,
„ V. „ „ Süden,
„ zwischen IV. u. V. Tiefbausohle, Pfeilerabbau südlich.
Vitztumschacht: Flügel I, nördlich ansteigende Strecke No. 1, oberhalb der VII. Tiefbausohle.
Hermannschacht: V. Tiefbausohle, Flügel D, Strecke No. 14.

Auf diese Stücke, die alle aus dem erzreichen unteren, ca. 10 cm mächtigen Teil des Flözes stammen, beziehen sich die folgenden Darlegungen. Es sei gleich beigefügt, daß der Charakter all dieser Stücke derselbe war.

Wegen der Untersuchungsmethodik verweise ich auf meine erste Arbeit (Lit. 12. p. 410 ff.), sowie auf eine im Druck befindliche ausführlichere Darstellung in Buchform.

Mineralführung und Mikrostruktur des Kupferschiefers.

1. Allgemeine mikroskopische Beschreibung.

Das mikroskopische Bild, das sich in Dünnschliffen normaler Kupferschiefer erkennen läßt, haben zuletzt Pompeckj (Lit. **10**, p. 453) und Krusch (Lit. **9**, p. 81) beschrieben. Dieses Bild wird nun durch die Untersuchung polierter Anschliffe wesentlich ergänzt und vervollständigt und im einzelnen auch berichtigt. Wenn man von dem Erzinhalt absieht, sind in ungeätzten polierten Anschliffen drei Komponenten sehr deutlich zu unterscheiden: Quarz, rhomboedrische Carbonate und bituminös-tonige Massen. Quarz beteiligt sich ausschließlich in Form eckiger splittriger Körnchen von 0,005—0,02 mm Größe am Aufbau, die locker verstreut liegen, manchmal mehr, manchmal weniger dicht, aber nie sich in einzelnen Lagen besonders auffällig anreichern. Die Carbonate bilden abgesetzte, rasch auskeilende gewellte Flasern und Linsen, seltener rundlich abgeplattete Konkretionen (Fig. 1 [1]). Wie die Ätzung mit verdünnter Essigsäure zeigt, bestehen diese Linsen und Flasern meist aus Kalkspat, dessen Fasern senk-

[1] Alle Mikrophotographien sind von polierten Anschliffen von Kupferschiefer vom Hohenthalschacht (IV. Tiefbausohle) oder Vitztumschacht (VII. Tiefbausohle) im auffallenden Licht aufgenommen. Die Erze (Kupferglanz und Buntkupferkies) sind hell, bituminöse Substanzen grau, und Carbonate grau oder schwarz.

recht auf die Schichtfläche gestellt sind, während in Konkretionen oft eine radialfaserige Anordnung vorhanden ist. Die Dicke der Kalkspatlinsen und -bänder beträgt 0,01—0,05 mm, sie werden bis 0,2 mm lang. Die Konkretionen sind größer, bis zu mehreren Millimetern. Seltener kommt Dolomitspat vor, der gern unregelmäßigere Formen hat. Er läßt sich von Kalkspat durch die Ätzung unterscheiden. Als Grundmasse

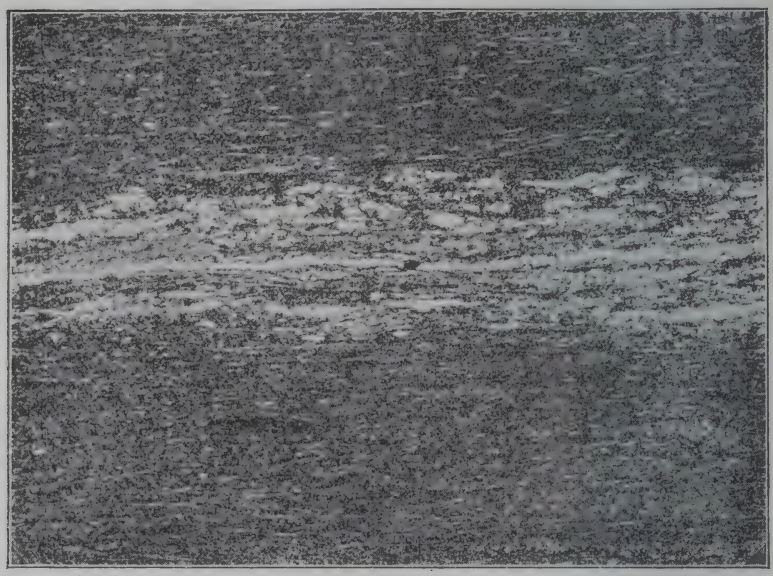


Fig. 1. Kupferschiefer, Querschnitt. Polierter Anschliff im auffallenden Licht. Vergr. 10 : 1. „Erzlineal". Er löst sich schon bei zehnfacher Vergrößerung auf in eine große Anzahl sich ablösender Erzbänder, Flasern und Linsen aus Buntkupferkies, die nach oben und unten allmählich ausklingen. Feine weiße Pünktchen außerhalb des Erzbandes bilden die fein eingesprengte „Erzspeise". Oben und unten lange Linsen und Flasern von Kalkspat und Bitumina, dazwischen dunkle Pünktchen von Quarz.

zwischen diesen einzelnen Quarzkörnchen und abgesetzten Kalkspatlinsen und -flasern dient eine in polierten ungeätzten Schliffen strukturlos erscheinende glatte Masse, das, was im Dünnschliff als „Ton- und Bitumensubstanz" bezeichnet wird. Es sind schmale Bänder, im großen und ganzen parallel der Schichtflächen, im einzelnen aber mannigfach gewunden, gewellt und geschlängelt um Quarzkörner, Kalkspatlinsen, Dolomit- und Erzpartien herum, oft in mehrere, z. T. aus-

keilende Bänder sich teilend, die sich dann wieder zusammenschließen, kurz, genau dasselbe Bild in mikroskopischen Dimensionen bietend, was man makroskopisch an geflaserten Gesteinen zu sehen gewohnt ist. Fig. 1 gibt bei 10facher Vergrößerung einen Überblick über die so gekennzeichnete Struktur. Ätzt man den Schliff, indem man ihn etwa eine Minute in heißes Petroleum taucht (S. P. ca. 180°), so werden die bituminösen Bestandteile angelöst, und schon bei mehrhundertfacher Vergrößerung erscheinen die vorher glatten Bänder rauh und in sich wieder struiert. Bei Verwendung von starken Immersionsobjektiven (Vergr. 1000—2500fach) sieht man, daß jedes dieser Bänder in sich wieder aus mehreren Komponenten besteht: Kleinste parallelgelagerte Sericitblättchen kommen zum Vorschein, und die eigentliche Bitumensubstanz besteht wieder aus vielen in sich außerordentlich fein gewellten, gefältelten und geschlängelten Lagen, von denen die einen etwas mehr, die anderen etwas weniger durch das Petroleum angeätzt sind. Außerdem erscheinen durch die Ätzung nun noch massenhaft Organismenüberreste in diesen bituminösen Partien, nämlich winzige Schälchen von runder, halbrunder, geschlängelter Form, offen oder geschlossen, manchmal auch noch mit einem Deckel oder mit seitlichen Kammern oder Auswüchsen, kurz, von äußerst mannigfacher Gestalt. Die sehr konstante Dicke der Schalen beträgt 0,0025 mm, während die Länge der angeschnittenen Gebilde bis zum Zehnfachen dieses Betrages variiert. Dem Ätzverhalten nach besteht die Substanz dieser Schalen weder aus Quarz, noch aus Kalkspat, da sie durch verdünnte Säuren, wenn auch viel schwächer als Kalkspat, angegriffen wird. Ich möchte glauben, daß es sich um Phosphorit handelt. Bei der Ätzung kommt in allen Fällen in den Durchschnitten noch eine innere Struktur heraus, indem dann eine feine Längsfuge genau in der Mitte des Durchschnitts erscheint, auf der allerfeinste Fasern von beiden Seiten her senkrecht stehen. Um welche Gebilde es sich hier handelt, ist nur von einem genauen Kenner fossiler Mikrofaunen zu entscheiden. Ich möchte noch beifügen, daß ich fast nie den Eindruck hatte, als ob diese Gebilde irgendwie zerbrochen wären. Etwas, was man als „Kohle“ ansprechen könnte, ist in diesen

bituminösen Bändern und auch sonst im Gestein nirgends vorhanden. Was Pompeckj (p. 453) als „schwarze Stäubchen von Kohle“ im Dünnschliff bezeichnet, sind allerfeinste Erzteilchen, wahrscheinlich zumeist die gleich zu besprechenden vererzten Schwefelbakterien. Es ist auch nicht zu erwarten, daß freier Kohlenstoff vorhanden ist, denn es hat sich in der letzten Zeit immer mehr herausgestellt, daß selbst in den eigentlichen Kohlen freier Kohlenstoff sich nicht befindet[1].

2. Die Erzführung.

a) Übersicht.

Bei einem Überblick über die polierten Anschliffe von Kupferschiefer bei geringer Vergrößerung (Fig. 1) sieht man, daß die Erze rein strukturell eine ähnliche Rolle spielen wie die Carbonate, und daß sie diese in den erzreichen Lagen z. T. ersetzen. Sie bilden also ebenfalls wie Kalkspat (und seltener der Dolomit) allein oder mit Carbonaten vergesellschaftet einzelne abgesetzte langgezogene Linsen und Bänder, kürzere Flasern und rundliche bis abgeplattete konkretionsähnliche Gebilde, die stets ganz scharf gegen die sie umhüllenden bituminösen Bänder abschneiden. Der Unterschied, der gewöhnlich nach dem bloßen Anblick der Kupferschieferstücke zwischen zwei Arten der Vererzung gemacht wird: zwischen der fein eingesprengten „Speise“ (Fig. 1, unten und oben) und den länger durchhaltenden dünnen „Erzlinealen“ (Fig. 1, Mitte), tritt u. d. M. im Anschliffbild mehr zurück. Denn hier bestehen die Erzlineale auch nur aus einer Anhäufung und Hintereinanderreihung von Erzlinsen, -bändern und -flasern, die nur an diesen Stellen stärkster Erzkonzentration dichter geschart und auch weiter ausgedehnt nach der Horizontalen sind, als in dem Hangenden und Liegenden dieser erzreichsten Schicht.

Bei Untersuchung des Kupferschiefers bei stärkeren Vergrößerungen, besonders wenn man Immersionssysteme anwendet ($\frac{1}{7}$ a oder $\frac{1}{12}$ a von Leitz) sieht man nun zu seiner Überraschung außer den schon vorher sichtbaren größeren

[1] F. W. Hinrichsen und S. Taczak, Die Chemie der Kohle. III. Aufl. 1916. p. 83 u. f.

Erzlinsen, daß das ganze Gestein nur so wimmelt von vererzten Gebilden einer viel geringeren Größenordnung, die ich als selektiv vererzte Schwefelbakterien ansprechen möchte.

Außer diesen beiden Erzkomponenten treten noch weitaus seltener auf: große derbe Körner und Konkretionen, die sog. „Erzhieken", die sich nur durch die Ausmaße in der erstgenannten Art der Vererzung unterscheiden, ihrem Wesen und ihrer Genesis nach aber mit ihnen übereinstimmen, und endlich durchgreifende deutlich jüngere Gängchen und Trümchen von Kupfererzen teils im Schiefergestein, teils in Schrumpfungsrissen von Kalkspatkonkretionen.

b) Die mineralogische Zusammensetzung und Struktur der Erzlinsen und Erzflasern.

Buntkupferkies ist das herrschende Erz. Kupferglanz ist viel seltener. Vereinzelt tritt Zinkblende und selten auch Bleiglanz auf. Kupferkies ist, wie gegenüber den seitherigen Anschauungen ausdrücklich betont werden muß, beschränkt auf durchgreifende Trümer und Gängchen und ihre Umgebung und ist da den Haupterzen gegenüber deutlich sekundär und jünger. Sodann bildet Kupferkies zusammen mit Pyrit das Hauptvererzungsmaterial der Bakterien, Zellen und sonstigen Organismenüberreste, die teils gesondert im Gestein, teils als Einschlüsse in den Buntkupfererz- und Kupferglanzlinsen auftreten. Es spielt also weder Kupferkies noch Pyrit irgend eine Rolle als Erzmineral beim eigentlichen primären Erzgehalt des Kupferschiefers.

Die Erzlinsen (und das gilt sowohl von den aus Buntkupferkies als auch aus Kupferglanz oder einem Gemenge beider bestehenden Linsen) sind selbst in den erzreichsten Teilen selten länger als wenige Millimeter, meist viel kürzer. Sie keilen dann rasch aus, und in derselben Lage oder etwas darüber oder darunter öffnet sich eine neue Linse. Die Stärke der Linsen überschreitet selten 0,1 mm. Die Form ist in den wenigen Zentimetern, welche die größte Erzkonzentration aufweisen, meist langgestreckt, ganz flach linsenförmig, oft recht regelmäßig, aber auch leicht gewellt und geschlängelt.

Die meisten Linsen und Bänder laufen völlig parallel zueinander und zu der herrschenden Gesteinsschichtung (Fig. 1). Daß daneben auch gelegentlich geneigte Linsen vorkommen, die einen flachen Winkel mit der Schichtung bilden oder sogar auch auf kurze Strecke bis zu 45^0 gegen sie geneigt sind, kommt ebenso auch bei den Kalkspatlinsen des Kupferschiefers vor und findet sich bekanntermaßen genau so in unzähligen Fällen bei anderen syngenetischen Bestandmassen derartiger flaseriger Sedimentgesteine. Außerhalb dieser erzreichsten Schicht tritt nun ausschließlich das Erz in viel kleineren und vor allem kürzeren Linsen und Konkretionen auf. Sie erreichen kaum 0,1 mm Länge bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 0,05 mm, erscheinen also im allgemeinen viel gedrungener und gewölbter als die länger ausgezogenen Linsen und machen deshalb auch oft viel mehr den Eindruck von „Konkretionen". Beide Arten, die Linsen sowohl wie diese kürzeren Gebilde, spitzen sich in allen Fällen nach beiden Seiten ganz fein aus. In den Längsschliffen parallel der Schichtung sieht man, daß die Dimensionen der Linsen in der Schicht nach allen Seiten etwa gleich groß sind, da die Durchschnitte rundlich sind ohne eine Streckung nach einer bestimmten Seite. Zusammenfassend ergibt sich also aus der Form der Buntkupferkies- und Kupferglanzlinsen, daß ein formaler Unterschied zwischen den längeren „Erzlinealen" und der fein eingesprengten „Speise" nicht besteht, daß sie vielmehr durch alle Übergänge miteinander verbunden sind. Erstere entsprechen nur den Stellen der stärksten Erzkonzentration, während die „Speise" die nach oben und unten abklingende Vererzung ist.

Bei stärkerer Vergrößerung (500—800fach) sieht man oft außerordentlich zierliche, gewellte und gefältelte Flasern von Buntkupfererz oder Kupferglanz (s. Fig. 2). Zugleich wird hier das Bild im einzelnen etwas komplizierter insofern, als lokale Verdickungen, plötzliche Ausspitzungen und Teilungen der Linsen und Flasern sichtbar werden. Auch treten bei diesen Vergrößerungen oft vollkommen runde und elliptische Buntkupferkieskörnchen von durchschnittlich 5 μ Durchmesser heraus, auf die gleich noch näher eingegangen wird.

Alle diese Linsen und Flasern, die größeren wie auch die allerkleinsten, stoßen mit vollkommen scharfer Grenze an

das Nebengestein, und vor allem, was besonders wichtig ist, die bituminösen Bänder des Nebengesteins schmiegen sich unter vollkommener Berücksichtigung der Formen der Erzlinsen bis in die allerfeinsten Einzelheiten vollständig an diese an. So gut wie immer sind die Erzlinsen von einer Lage bituminöser Substanz umgeben. Fast nie dagegen befinden sich in den Erzlinsen selbst Bitumina. In den seltenen größeren Kalkkonkretionen gelingt es manchmal, als Zentrum ein Buntkupferkieskörnchen zu finden.

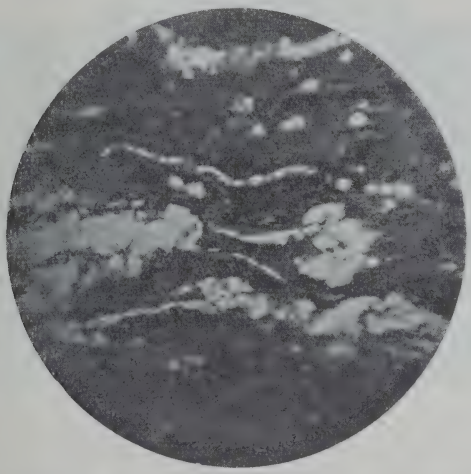


Fig. 2. Vergrößerung 500 : 1. „Speise" bei starker Vergrößerung. Buntkupferkiesflasern und konkretionsähnliche Linsen konkordant in bituminöskalkiger Grundmasse. Zwischen den grauen bituminösen Bändern schwarze konkordante Kalkbänder.

Der Inhalt der Erzlinsen besteht außer sulfidischen Kupfererzen und einigen eckigen Quarzkörnchen nur noch aus rhomboedrischen Carbonaten: Kalkspat, Dolomitspat oder Eisenspat. Alle drei lassen sich im Anschliff mit Hilfe von Ätzflüssigkeiten bei einiger Übung ganz gut voneinander unterscheiden.

Die Verwachsungsart der Sulfide mit den Carbonaten ist recht charakteristisch. Kalkspat findet sich in den Erzlinsen fast immer nur in Form größerer zusammenhängender Massen. Dolomit und vor allem Eisenspat kommt entweder in scharfbegrenzten Rhomboedern von 10—20 μ

Größe schwimmend in den Sulfiden vor. Oder aber von den Wandungen der Erzlinsen her ragen mehr oder weniger gut kristallographisch begrenzte Stengel in das Innere der Linsen hinein, und zwischen ihnen und gewissermaßen als innerste Raumausfüllung der Linsen finden sich die Sulfide (Fig. 3). Endlich kommen alle drei Carbonate auch noch in unregelmäßigen verästelten Massen zwischen den Sulfiden vor. Es ist aber auch eine völlig kompakte Ausfüllung mit Sulfiden besonders bei den kleinen Linsen und Konkretionen zu beobachten. Wie aus der Art der Paragenesis Sulfide—Carbonate

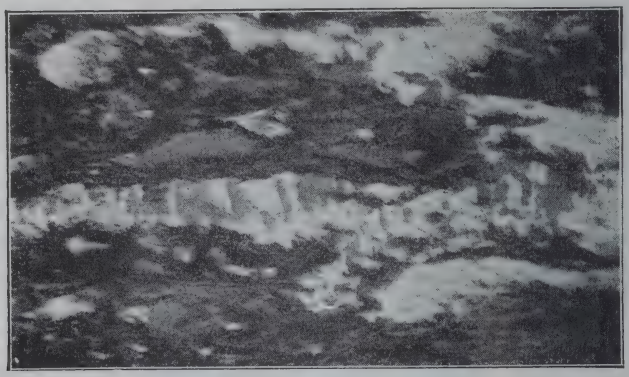


Fig. 3. Vergrößerung 350 : 1. Stärker vergrößertes „Erzlineal", aus Buntkupferkies bestehend. Scharf begrenzt gegenüber den bituminösen Bändern (grau) und den Carbonaten (schwarz). In der Erzlinse senkrecht stehende, z. T. kristallographisch begrenzte Stengel und Rhomboeder von Eisenspat, die gleichalterig mit Buntkupferkies sind.

zu ersehen ist, spielen also Verdrängungserscheinungen zwischen beiden kaum eine Rolle. Vielmehr deuten alle Beobachtungen auf eine etwa gleichzeitige Entstehung der Carbonate und des Buntkupfererzes.

Im Gegensatz hierzu ist Kupferglanz deutlich jünger als Buntkupferkies, was wohl aus der Verwachsungsstruktur beider Erze gut zu entnehmen ist, nicht aber aus den Grenzverhältnissen Kupferglanz—Carbonate. Es ist nämlich der Kupferglanz stets als pseudomorphe Verdrängung von Buntkupferkies entwickelt, wobei er aber die Carbonate unbeeinflußt gelassen und nicht mitverdrängt hat. Man sieht, wie Kupferglanz vom Rand der Linsen her all-

mählich gegen die Mitte vordringt und den Raum des vorher vorhandenen Buntkupfererzes einnimmt. Letzteres bleibt dabei meist noch teilweise erhalten in Form von stets gerundeten Verdrängungsresten, wie Fig. 4 zeigt, den „Verdrängungsovoiden". Oft ist diese Verdrängungsstruktur nach Art der „pseudoeutektischen" Struktur entwickelt, wie sie zwischen Kupferglanz und Buntkupferkies so häufig vorkommt[1] und die nach den seitherigen Beobachtungen stets für alkalische

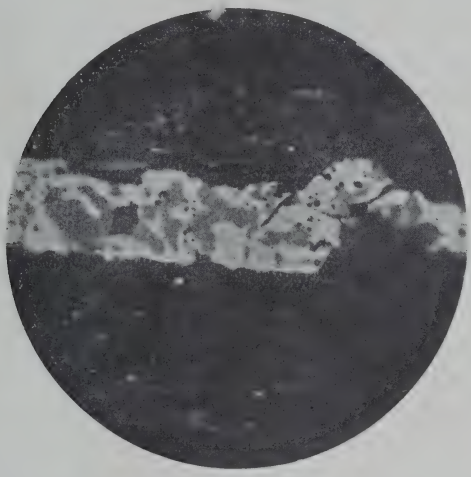


Fig. 4. Vergrößerung 800 : 1 (mit Immersionsobjektiv $\frac{1}{12}$ a). Zementationserscheinungen in den Erzflasern. Ein ursprünglich aus Buntkupferkies bestehendes Erzband ist z. T. in Kupferglanz umgewandelt. Kupferglanz = weiß; Buntkupferkies bildet gerundete graue Verdrängungsreste („Verdrängungsovoide").

Verdrängungslösungen zu sprechen scheint. Auch hier ist Kupferglanz augenscheinlich nicht aus sauren Lösungen auf Buntkupfererz zementiert worden, weil ja bei der Verdrängung die Carbonate ganz unbeeinflußt geblieben sind. Im genetischen Teil wird über diesen Punkt noch weiter zu reden sein. — Ein Übergreifen des Kupferglanzes auf benachbarte Teile des Gesteins außerhalb der vorher von Buntkupferkies ausgenommenen

[1] H. Schneiderhöhn, Vergleichende Strukturstudien bei der Verdrängung von Buntkupferkies durch Kupferglanz in den sulfidischen Erzen der Tsumeb-Mine und in amerikanischen Kupfererzen. Senckenbergiana. 1920. 2. 62—70. Dort ältere amerikanische Literatur.

Teile, also eine Art „Zementationsmetasomatose", ist niemals zu beobachten. Es ist noch zu erwähnen, daß die meisten Kupferglanzindividuen recht groß sind, wie aus Ätzungen mit HNO_3 hervorgeht. Oft ist eine Konkretion von einem einzigen Kupferglanzindividuum erfüllt, dessen c-Achse seltsamerweise fast stets etwa 45° mit der Längsrichtung der Linse bildet. Die äußere Umgrenzung ist stets rundlich-langgestreckt, der Form der Linse entsprechend, und nie etwa von Kristallflächen gebildet. Buntkupferkies bildet stets ein viel feinkörnigeres Aggregat, wie aus den Ätzungen zu sehen ist, und zeigt auch nie Kristallflächen. — Was nun die Verteilung des Kupferglanzes und Buntkupferkieses anlangt, so konnte ich an dem untersuchten Material keinerlei Regelmäßigkeit herausfinden. Oft ist es so, daß in einem Handstück ein „Erzlineal" fast völlig frei von Kupferglanz ist, das nächste, kaum ½ mm höhere oder tiefere dagegen kann viel Kupferglanz enthalten, während das nächstfolgende wieder ganz frei von ihm sein kann. Auch innerhalb desselben Erzbandes kommt häufig ein Wechsel vor. Andere Handstücke (von demselben Fundpunkt!) sind entweder ganz frei von dem Kupferglanz oder enthalten aber umgekehrt sehr viel. Auf keinen Fall steht die Kupferglanzführung irgendwie in Verbindung mit sekundären durchgreifenden Rissen, Spalten oder Gängen. Vielmehr hat sich von diesen aus stets Kupferkies gebildet, der nun sowohl Buntkupferkies, aber auch Kupferglanz verdrängt.

Von anderen Erzen fand ich häufiger Zinkblende, selten Bleiglanz und ganz selten Fahlerz. Pyrit konnte ich nie beobachten. Alle diese anderen Erze bilden ebenfalls kleine Linsen und sind in einer Art mit Buntkupferkies verwachsen, die auf die gleichzeitige Entstehung schließen läßt.

c) Durchgreifende Gängchen und Trümchen von Kupferkies im Gestein.

Sie sind in den mir vorliegenden Stücken 0,5—1 mm breit und wenige Zentimeter lang, dann keilen sie sich nach unten und oben aus. Ich konnte solche finden, die senkrecht zur Schichtung stehen oder mehr oder weniger flache Winkel damit bilden, oder die so struiert sind, wie es schon F. v. Wolff

(Lit. **7b**) beschreibt. Sie sind stets mit Kupferkies ausgefüllt, ohne Gangarten. Nirgends beobachtete ich andere Sulfide darin, vor allem keine Verdrängungsreste. Die Gängchen haben scharfe Grenzen, indessen sind die Buntkupferkies- und Kupferglanzlinsen zu beiden Seiten der Gängchen 1—2 mm weit ganz oder teilweise in Kupferkies umgewandelt. Bei der teilweisen Verdrängung spießt sich Kupferkies in langen schmalen Trümchen meist geradlinig in Buntkupferkies ein, so daß bei weiter vorgeschrittener Verdrängung eckige Buntkupferscherben in einer Kupferkiesgrundmasse liegen. Es findet dabei eine Aufzehrung der Carbonateinschlüsse der älteren Erze statt, so daß diese Kupferkiesgängchen sich augenscheinlich aus sauren Lösungen gebildet haben. Ein Übergreifen ins vorher unvererzte Nebengestein konnte ich nirgends beobachten.

d) Kupferkies- und Buntkupferkiesausfüllungen in Schrumpfungsrissen von Kalkspatkonkretionen.

Größere Kalkspatkonkretionen im Gestein (1—5 mm breit, bis mehrere Zentimeter lang) haben öfters radial oder leiterähnlich angeordnete, senkrecht und parallel verlaufende Haarspalten, die mit Kupferkies erfüllt sind. Sie sind ihrer ganzen Anordnung nach als zweifellose Schrumpfungsrisse anzusprechen. Auch die Grenzfugen gegen das Gestein hin sind stellenweise mit Kupferkies ausgefüllt. Andere Erze oder Gangmineralien kommen in diesen Rissen nicht vor. Sie sind stets deutlich jünger und sekundär gegenüber dem eigentlichen Erzinhalt des Kupferschiefers und aus diesem durch Umlagerung entstanden. Sie können deshalb auch nicht für die Genese des ursprünglichen Erzinhalts herangezogen werden.

Nach Abschluß dieser Arbeit erhielt ich die von F. Beyschlag (Lit. **12**), der ganz ähnliche Trümchen abbildet. Herr Geheimrat Beyschlag hatte die Liebenswürdigkeit, mir seinen Originalanschliff zusenden zu lassen, an dem ich mich überzeugte, daß die seinen Abb. 1 und 2 auf p. 5 entsprechenden Stellen in der Tat nicht im normalen Kupferschiefererz, sondern in einer 0,5 mm dicken und 1 cm langen Kalkspatkonkretion liegen. Sie bestehen z. T. aus Kupferkies, der den Bunt-

kupferkies z. T. verdrängt hat, und z. T. aus Buntkupfer. Der Schliff, der von demselben Fundort stammt wie mein Material, zeigt sonst genau dieselben primären Erzlinsen, wie oben beschrieben. Aus den Abbildungen von Beyschlag geht indessen nicht hervor, daß die durchgreifenden Trümchen innerhalb einer Konkretion liegen.

e) Vererzte Mikro-Organismen.

Bei starker Vergrößerung, vor allem bei Verwendung von Immersionsobjektiven, sieht man überall im Kupferschiefer in zahllosen Exemplaren ganz kleine Erzanhäufungen von charakteristischer Struktur. Sie sind in so ungeheurer Menge vorhanden, daß bei 800facher Vergrößerung an jedem Ort ein bis mehrere Dutzend im Gesichtsfeld sich befinden. Ich versuchte, die durchschnittliche Menge zu zählen und kam auf Werte, die zwischen 10000 und 30000 Stück im Kubikmillimeter schwanken. Die weitaus meisten dieser Gebilde liegen frei im Gestein, und zwar fast stets zwischen den bituminösen Schichten, fast nie innerhalb der Carbonate. Ein kleiner Teil, der auch z. T. morphologisch anders gebaut ist, befindet sich eingeschlossen in den erwähnten Erzlinsen.

Was zunächst die Form der Gebilde anlangt, so gliedern sie sich morphologisch in vier Gruppen:

1. Kugel- und stäbchenförmige Gebilde von durchschnittlich 4—8 μ Durchmesser und bis zu 20 μ Länge, die aus einer dichtgepackten Anhäufung von gleichgroßen Punkten aus Kupferkies bestehen (Fig. 5, 6).
2. Kugelförmige, elliptische und eingeschnürte Formen von derselben Größenordnung wie 1., aber stets nur aus Buntkupferkies oder Kupferglanz bestehend, ohne Andeutung einer inneren Struktur.
3. Seltener kommen Gebilde vor, die z. T. etwas größer sind und bis zu 15 μ Durchmesser haben, meist auch kugelig, innen meist wie 2. aus Buntkupfererz oder Kupferglanz bestehend, aber randlich besetzt mit sparsamen Punkten von Kupferkies. An anderen, sonst ähnlich gestalteten Exemplaren dieser Art können die inneren Kupferkiespünktchen größer und deutlich dreieckig geformt sein.

4. Die bituminöse Substanz durchstäuben endlich zahllose allerkleinste, gerade noch erkennbare Pünktchen von Kupferkies (Fig. 6).

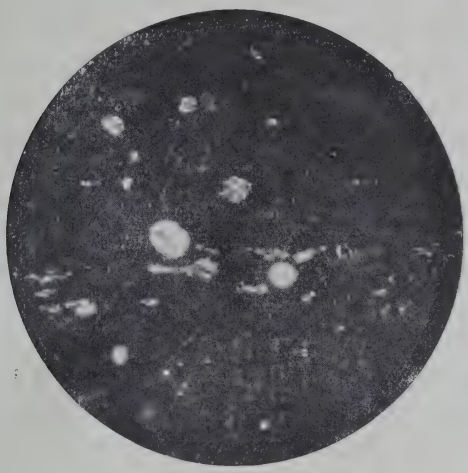


Fig. 5. Vergrößerung 800 : 1 (mit Immersionsobjektiv $\frac{1}{12}$ a). Selektiv vererzte Schwefelbakterien in bituminöser Grundmasse. Es sind zwei Formen zu erkennen: punktierte Kugeln und punktierte gewellte Stäbchen. Die weißen Pünktchen der Bakterien bestehen aus Kupferkies.

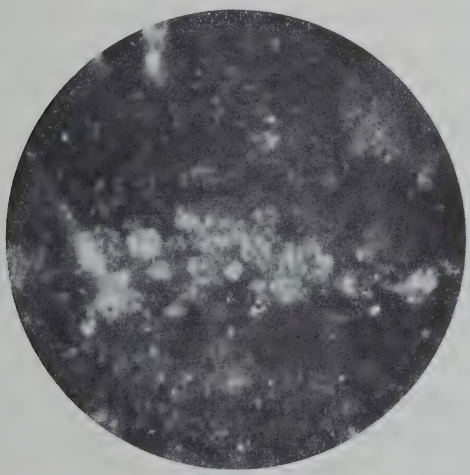


Fig. 6. Vergrößerung 800 : 1 (mit Immersionsobjektiv $\frac{1}{12}$ a). Kolonie von vererzten kugelförmigen Schwefelbakterien. Im unteren Teil zahlreiche kleine einzelne Kupferkiespünktchen (einzelne vererzte Schwefeltröpfchen von zerfallenen Bakterien?).

Die weitaus größte Menge der im Gestein freiliegenden Gebilde gehört der Gruppe 1 an, am seltensten ist die Gruppe 3 vertreten. Als Einschlüsse in den Erzlinsen kommen dagegen Gruppen 1 und 3 fast gleich häufig vor, während hier aus morphologischen Gründen Gruppe 2 kaum erkennbar ist und nur in Kupferglanz- oder Zinkblendekörnern zum Vorschein kommt.

Die unter 1. genannten punktierten Gebilde (Fig. 5, 6) sind meist kreisrund, im Durchschnitt von 4—5 μ Durchmesser, sehr selten größer, bis 8 μ. Daneben kommen viele langgestreckte Formen vor von 2—4 μ Dicke und bis 20 μ lang. Diese langen Formen sind stets konkordant den bituminösen Schichten, von denen sie umgeben sind, sie sind also meist leicht gewellt und geschlängelt, entsprechend der steten Schlängelung der bituminösen Schichten. Die kugelförmigen Gebilde liegen so in der bituminösen Substanz, daß deren Schichten sich vollkommen um sie herumschmiegen. Im Querschnitt oder auf Schliffen senkrecht zur Schichtung sind die Formen dieselben wie im Längsschnitt auf Schliffen parallel zur Schichtung. Es handelt sich also räumlich um Kugeln und lange gewellte Stäbchen, die überall gleich dick sein können, oder sich nach beiden Seiten ausspitzen können, oder endlich einseitig eine kugelförmige Verdickung haben können. Meist liegen diese Gebilde einzeln und getrennt voneinander, es kommen aber auch öfters ganze Kolonien vor, wie Fig. 6 zeigt, wo mehrere Dutzend dieser kugelförmigen punktierten Körper zu einer kleinen Linse vereinigt sind. Das Innere all dieser Gebilde, der kugelförmigen wie auch der stäbchenförmigen, sieht ganz gleichmäßig aus: es besteht aus gleichgroßen dichtgepackten allerfeinsten glänzenden Punkten von Kupferkies, deren Dimensionen höchstens 0,2 μ betragen. Meist ist keine besondere Zwischenmasse zu erkennen, d. h. es dürfte dann wohl bituminöse Substanz dazwischen sein. In einigen Fällen, wo die Pünktchen etwas lockerer standen, konnte Kupferglanz als Zwischenmasse erkannt werden. Diese punktierten Gebilde sind nicht nur in der nächsten Umgebung der „Erzlineale“ vorhanden, sondern auch weiter, soweit der eigentliche schwarze Schiefer reicht.

Die unter 2. genannten Gebilde sind ihrer äußeren Form und Größe nach den kugelförmigen punktierten Körpern durchaus gleich, seltener kommen elliptische oder in der Mitte eingeschnürte Doppelkugeln vor. Länglich gestreckte Formen gibt es auch, aber deren Zurechnung zu den hier behandelten Organismenüberresten ist nicht sicher, da sie auch ganz kleine Linsen darstellen können, und in der Tat kann man zu den größeren Linsen alle Übergänge sehen. Dagegen sind die 4—6 μ großen Kugeln, die nur aus Buntkupferkies bezw. Kupferglanz bestehen, durch keinerlei Übergänge mit anderen größeren, formal ähnlichen Gebilden verknüpft. Sie sind durch die kugelförmige Gestalt als etwas Besonderes charakterisiert, während größere konkretionsartige Erzlinsen stets beiderseitig ausgelängt und ausgespitzt sind. — Zumeist bestehen diese Gebilde aus Buntkupfer, seltener ganz aus Kupferglanz oder einer beginnenden Verdrängung des Buntkupfers durch Kupferglanz, die dann ebenso vor sich geht, wie vorhin bei den Erzlinsen beschrieben.

Die unter 3. genannten Gebilde kommen viel seltener vor. Während sie ihrer Hauptmasse nach aus Buntkupfer oder Kupferglanz bestehen, ist ihr äußerer Rand besetzt mit einem Kranz allerfeinster Kupferkieskörnchen, oder es sind auch noch im Innern sparsam einige Kupferkieskörnchen verteilt. Andere als Kugelformen fand ich nicht. — Eine Abart besteht auch aus ebenso großen Kugeln, aber die Kupferkieskörnchen sind größer, dichter und deutlich dreieckig geformt.

Diese letztgenannten Gebilde kommen nun nicht nur einzeln innerhalb der bituminösen Bänder des Gesteins, sondern auch ziemlich häufig in den Erzlinsen selbst vor. Meist sind sie in einem Erzband zu vielen locker hintereinandergereiht, parallel der Schichtebene, während andere Erzbänder ganz frei von diesen sein können. Außer den randlich punktierten Formen kommen hier auch noch andere vor, kugelförmige Gebilde mit inneren Systemen konzentrischer Kreisbögen, die aber größer sind, 10—12 μ Durchmesser. Sie haben Ähnlichkeit mit inneren Strukturen von *Ullmannia*-Zapfen, wie sie gleich noch beschrieben werden. Die Punkte und Streifen in all diesen Gebilden bestehen ebenfalls wieder nur aus Kupfer-

kies. — Ganz vereinzelt wurden runde Gebilde als Einschlüsse der Erzlinsen gefunden, die auch aus Pyrit bestanden. Sie hatten keine besondere innere Struktur. Es ist dies das einzige Vorkommen von Pyrit im Kupferschiefer, das ich finden konnte.

Die unter 4. genannten Pünktchen von Kupferkies, die allenthalben die bituminöse Substanz durchstäuben, sind etwa 0,2 μ groß und sehen so aus wie die Kupferkiespunkte in den rundlichen Gebilden unter 1., sind aber einzeln gelagert. Sie kommen in zahlloser Menge vor (Fig. 6).

f) Die Vererzung größerer Organismen (*Palaeoniscus, Ullmannia* etc.).

Die größeren Fossilreste, vor allem die Überreste der Fische und Landpflanzen, zeigen in polierten Anschliffen bei der mikroskopischen Betrachtung im auffallenden Licht ihre innere Struktur sehr deutlich, und zwar bis zu den stärksten Vergrößerungen. Es kann somit auch in paläontologischer Beziehung die chalkographische Methode wichtige Aufschlüsse geben. Die genauere Beschreibung und vergleichende Untersuchung der hier sichtbaren Strukturen muß einem Paläontologen überlassen bleiben, der aus den leicht anzufertigenden systematisch gelegten Längs- und Querschnitten (die ja nach dieser Methode leicht Serienschnitte bilden können) sicherlich viele neue und für die genauere Organisation der betreffenden Tier- und Pflanzenarten wichtige Erkenntnisse entnehmen kann. Herr Privatdozent Dr. Kräusel in Frankfurt a. M. hat die Absicht, diese Bearbeitung nach der chalkographischen Methodik demnächst durchzuführen.

Es sei hier nur kurz angedeutet, daß bei all diesen Fossilresten einzelne Teile selektiv in Kupferkies, andere in Buntkupferkies oder Kupferglanz umgewandelt sind, und daß die genaue und treue Erhaltung der feinsten Struktureinzelheiten dafür spricht, daß die Vererzung unmittelbar nach dem Tod der Organismen und veranlaßt durch die Fäulnis- und Zersetzungsgase eingesetzt hat.

Dagegen konnte in den seltenen Schalenüberresten nie eine Spur einer nachträglichen Vererzung beobachtet werden.

Die Deutung der chalkographischen Untersuchungsergebnisse.

1. Mineralbildende Vorgänge in den erzfreien Bestandmassen des Kupferschiefers.

Daß die Quarzkörnchen detritogene Komponenten sind, bedarf keiner näheren Begründung. Anzeichen einer chemischen SiO_2-Bildung, sei es während der diagenetischen Epoche oder später, konnten nicht gefunden werden. Ebenso sind die zahlreichen nicht vererzten Organismenüberreste (Schälchen?), die anscheinend aus Phosphorit bestehen (siehe p. 5), aus dem Kupferschiefermeer sedimentiert und wohl noch in ihrem ursprünglichen Zusammenhang vorhanden.

Die bituminösen Substanzen sind nach Pompeckj (p. 482 bis 483) den „Kleinorganismen des Plankton“ zuzuschreiben. Unter ihrem Einfluß und bei Gegenwart der durch die Fäulnis entstehenden Komponenten H_2S, $(NH_4)_2CO_3$, NH_4OH u. a. mußte sich ein gewisses Gleichgewicht herausbilden mit den in Meerwasser gelösten Ca-, Mg- und Fe-Salzen. Durch die Tätigkeit der Schwefelbakterien, auf die gleich noch näher einzugehen ist, bildete sich zuzeiten $CaSO_4$, aber in weiterem Verlauf der Fäulnisprozesse, vor allem infolge der Tatsache, daß das entstehende H_2S durch Metallsulfide bald festgelegt wurde, verschob sich das Gleichgewicht anscheinend immer mehr nach der Seite der Ausscheidung fester Carbonate, vor allem von $CaCO_3$. Die Gleichgewichtsbedingungen zwischen $CaSO_4$ und CO_2 einerseits und $CaCO_3$ und H_2S andererseits sind noch nicht im einzelnen studiert[1], aus den wenigen vorliegenden Angaben kann aber mit Sicherheit entnommen werden, daß $CaCO_3$ noch bei ziemlich hoher H_2S-Konzentration sich im Gleichgewicht befindet. Einer ziemlich reichlichen Kalkabscheidung steht somit nichts im Wege. Ich möchte annehmen, daß die Kalkabscheidung in einer bestimmten Planktonschicht immer erst eine Zeitlang nach Absatz dieser Schicht eingeleitet wurde, dann nämlich, wenn durch die Fäulnisprozesse Stoffe wie $(NH_4)_2CO_3$ etc. entstanden, die dann sofort

[1] Vgl. H. E. Mervin, The simultaneous crystallisation of calcite and certain sulphides of iron, copper and zinc. Am. Journ. Sci. 1914. **38**. 355—359.

bei ihrer Entbindung noch innerhalb des sich allmählich anhäufenden Faulschlammes mit den Ca-Salzen des sie durchdringenden Meerwassers reagierten und $CaCO_3$ bildeten. Dieses schied sich in Linsen, Flasern, Bändern und Konkretionen zwischen den Sapropellagen ab. Es sind also diese Bildungen als ganz echte Konkretionen zu bezeichnen, entstanden unter chemischer Neubildung, wobei die reagierenden Stoffe teils gelöst, teils gasförmig waren und deren Lokalisierung wahrscheinlich durch bakteriell ausgeschiedene $CaCO_3$-Keime (siehe p. 28) erfolgte[1]. Die wohl starke Beimischung anderer Salze, besonders von Mg-Salzen, und die hohe Konzentration der Lösungen, welche bei der Fäulnis entstanden, mögen einen Teil des $CaCO_3$ primär als Aragonit sich haben abscheiden lassen[2], der dann erst später paramorph in Kalkspat umgewandelt wurde. Darauf deutet vielleicht die oft beobachtete stengelig-faserige Struktur der Kalklinsen. Die reichliche Entstehung von H_2S bei diesen Fäulnisprozessen der Planktonschichten mußte nun in einem an Schwermetallen reichen Meerwasser die gleichzeitige Ausfällung von Metallsulfiden veranlassen.

2. Die Bildung der Erzlinsen und Erzflasern.

Daß die Sulfide der Erzlinsen, also in erster Linie das Buntkupfererz, derselben mineralbildenden Phase angehört wie der Kalkspat und die anderen rhomboedrischen Carbonate, ging aus der Verwachsungsstruktur zweifellos hervor. Das herrschende Erz, der Buntkupferkies, ist bestimmt primär und keinesfalls durch Verdrängung etwa von Kalkspat entstanden. Aus der Darlegung über die Fäulnisprozesse, die in den Planktonanhäufungen bald nach der Sedimentierung eine Rolle spielen mußten, ergibt sich das reichliche Vorhandensein der einen zur Bildung der Sulfide notwendigen Komponente, des H_2S. Zur gleichzeitigen Bildung der Sulfide müssen denn auch die anderen Komponenten, Cu und Fe, im Meereswasser gelöst vorhanden gewesen sein. Die Abschei-

[1] Vgl. R. E. Liesegang, Zur Systematik der Konkretionen. Centralbl. f. Min. etc. 1915. 257—263.

[2] G. Linck, Über die Bildung der Carbonate des Ca, Mg und Fe. Handb. der Mineralchemie. 1912. I. p. 130.

dung von Buntkupfererz ist ein Vorgang ganz analog der Kalkbildung gewesen; in dem faulenden Sapropel bildete sich H_2S (über die Rolle der Bakterien dabei s. p. 27), dieser reagierte in statu nascendi sofort mit dem Fe- und Cu-haltigen Meereswasser, und innerhalb der Faulschlammassen bildeten sich um einzelne Keime (vererzte Schwefelbakterien, s. später!) herum allenthalben echte Konkretionen von Cu-Fe-Sulfidgelen. Infolge der Schwerlöslichkeit der Sulfide in ammoniakalischer Lösung wurde rasch fast aller Fe- und Cu-Gehalt ausgefällt — deshalb enthalten die obersten Schichten des Kupferschiefers, die „Strebe", keine wesentlichen Metallmengen mehr —, und da der Prozeß dieser Ausfällung erst beginnen konnte, nachdem H_2S sich entwickelt, d. h. nachdem also bereits eine gewisse Schicht Plankton aufgehäuft und zur Fäulnis gekommen war, sind auch die untersten paar Zentimeter des Kupferschiefers, der „Unterschiefer", ebenfalls erzarm, und der ganze Metallinhalt des Kupferschiefermeeres mußte sich in der Hauptsache in den wenigen Zentimetern der eigentlichen Lagerstätte konzentrieren. Daß der Erzinhalt des Meeres dabei sich in einer ganz geringen Bodenschicht ansammeln konnte, dürfte teils auf Diffusionsströmungen beruhen, die sofort eintreten mußten, als durch die Ausfällung der Sulfide eine Störung des Konzentrationsgleichgewichtes am Boden eintrat. Teils könnte man auch die öfters vertretene Ansicht der Cu- und Fe-reichen spezifisch schweren Lösungen annehmen, die vom benachbarten Festland stammten und beim Eintritt ins Meeresbecken sich gleich schon am Boden angereichert haben.

Eigenartig ist die Paragenesis Buntkupferkies: Eisenspat, und sie dürfte wohl die Ursache sein, daß Pyrit praktisch völlig fehlt. Es war ein kompliziertes System: CO_2, H_2S, $FeSO_4$ und $CuSO_4$ waren mindestens vorhanden, und bei einer gewissen CO_2-Konzentration schied sich $FeCO_3$ aus, statt daß alles Fe in die Sulfidform übergegangen ist.

Unter den am Grund des Zechsteinmeeres herrschenden Druck- und Temperaturbedingungen sind die Sulfide zunächst als Sulfidgele[1] ausgeflockt worden und erst später in den

[1] Vgl. B. Doss, Lit. 6. p. 478.

kristallinen Zustand übergegangen. Ich möchte annehmen, daß aus diesem Grunde sich auch das inkonstante Erz Buntkupferkies gebildet hat, das ja nach den neueren Feststellungen[1] eine kontinuierliche Mischungsreihe bildet von $3Cu_2S . Fe_2S_3$ bis zum reinen Cu_2S.

Es ist auffällig, daß in der Bildungsreihe der Erzmineralien sich an zwei ganz verschiedenen Stellen Buntkupfererz vorfindet: einmal in magmatischen, kontaktmetamorphen und heiß-pneumatolytischen Lagerstätten, und andererseits als Produkt der deszendenten Zementation bezw. auch primär unter analogen Druck- und Temperaturverhältnissen entstanden, wie sie in der Zementationszone zu herrschen pflegen, so z. B. hier im Kupferschiefer. In allen anderen Lagerstätten, besonders den aszendenthydrothermalen Gängen und Verdrängungslagerstätten, spielt Buntkupfererz bekanntlich so gut wie gar keine Rolle, und tritt als primäres Mineral weit hinter dem stöchiometrisch zusammengesetzten Kupferkies — $Cu_2S . F_2S_3$ zurück. Es sei hier die Andeutung gestattet, daß dies vielleicht durch die Natur der in beiden Fällen entstandenen unmittelbaren Ausgangsprodukte vor der Bildung des Buntkupfermischkristalls erklärbar ist: Die Zementationserze und die unter ähnlichen Bedingungen entstandenen Erze hatten als Vorstufen gemengte Fe- und Cu-Sulfidgele von inkonstanter Zusammensetzung, und im Fall der magmatischen usw. Lagerstätten waren die Ausgangsstoffe aller Wahrscheinlichkeit nach Sulfidschmelzen und hochkonzentrierte Restlösungen von inkonstanter Zusammensetzung, aus denen ebenfalls viel eher Mischkristalle als stöchiometrische Verbindungen auskristallisierten. Andererseits spielen bei hydrothermalen Lagerstätten Ionenreaktionen in sehr verdünnten Lösungen wohl die Hauptrolle, und hier bildeten sich in erster Linie stöchiometrische Verbindungen, wie Kupferkies. Ich möchte hier diese Arbeitshypothese mit aller Reserve nebenbei anführen und hoffe, im Verlauf meiner weiteren Erzstudien mehr Material (auch bei anderen Mischkristallerzen) darüber sammeln zu können.

Um wieder zum Kupferschiefer zurückzukehren, so ist noch auf die Entstehung des Kupferglanzes einzugehen. Er war stets deutlich jünger als Buntkupferkies und verdrängte diesen in einer Form, daß auf einwirkende alkalische Lösungen geschlossen werden konnte. Auf keinen Fall spielten saure Lösungen dabei eine Rolle, denn die Carbonate sind bei der Verdrängung intakt geblieben. Es handelt sich also bei dieser Kupferglanzbildung nicht um einen der normalen

[1] E. H. Kraus and J. P. Goldberry, The chemical composition of bornite and its relation to other Sulpho-minerals. Am. Journ. Sci. 1914. **37**. 539—553. Vgl. das Referat von H. E. Boeke, dies. Jahrb. 1915. I. -166-.

deszendenten Zementation vergleichbaren Vorgang. Ich möchte vielmehr annehmen, daß die Kupferglanzbildung in demselben Medium vor sich ging wie die Buntkupferkiesbildung, und zwar ganz kurz nach dieser Bildung, und daß sie die Reaktion des nach der Buntkupferkiesbildung noch verbleibenden $CuSO_4$-haltigen Meerwassers auf den Buntkupferkies darstellte. Es wäre dies natürlich auch eine Art zementativer Anreicherung, nur ist die Herkunft des gelösten Cu eine ganz andere als bei der gewöhnlichen Art der Zementation, wo das Cu ja aus den höheren oxydierten Teilen derselben Lagerstätte stammt. Es handelt sich hier dagegen um eine Art Autozementation: dieselben Lösungen, die zuerst Buntkupferkies absetzten, reagierten später mit diesem, und es ist nach allen praktischen Erfahrungen in Zementationszonen bekannt und geht auch aus den zahlreichen Experimenten hervor, daß eine solche zementative Verdrängung kupferreichere Sulfide, in erster Linie Kupferglanz liefert, und daß, wenn ärmere Cu-Sulfide als Bodenkörper vorhanden sind, Cu-Lösungen selbst bei Gegenwart von H_2S zunächst mit den festen Sulfiden reagieren.

Die chalkographische Untersuchung hat also, wie zusammenfassend noch einmal betont sein mag, die Ansicht nicht bestätigt, daß die im Kupferschiefer auftretenden „Reichsulfide" sekundär erst durch die gewöhnliche, deszendente Zementation entstanden seien, und daß der ursprüngliche Erzgehalt des Schiefers fast völlig umgelagert sei. Das ist für das Haupterz, den Buntkupferkies, bestimmt nicht der Fall, und Kupferglanz bildet auch nur randliche Veredelungen lokal um Buntkupfer, wobei aber keine ins Nebengestein hineinreichende Metasomatose stattfand.

3. Die Deutung der vererzten Mikroorganismen als selektiv vererzte Schwefelbakterien und andere Bakterienarten.

Schon Pompeckj (p. 483—485) hat das Vorhandensein von Schwefelbakterien im Kupferschiefermeer als höchst selbstverständlich hingestellt und auch ihren möglichen oder wahrscheinlichen Anteil an der Ausfällung der sulfidischen Erze — ganz wie im Schwarzen Meer! — betont. Auch B. Doss

(Lit. 6, p. 470, 481 ff.) nimmt im Kupferschiefermeer die Anwesenheit von desulfurierenden Bakterien und auch von Schwefelbakterien an, nur seien letztere weniger im Schlamm gewesen als vielmehr in einer oberen Wasserschicht.

So war denn der Gedanke sehr naheliegend, daß die rundlichen punktierten Gebilde fossile Schwefelbakterien sind, und die Durchsicht der entsprechenden Arbeiten über rezente Schwefelbakterien[1] bestärkte mich in dieser Ansicht. Herr Privatdozent Dr. Kräusel in Frankfurt a. M. hatte die Liebenswürdigkeit, meine Schliffe sehr eingehend zu untersuchen und trat als Paläobotaniker völlig der Ansicht bei, daß es sich bei den fraglichen Gebilden nur um Schwefelbakterien handeln könnte.

In erster Linie kommen für diese Deutung die runden und länglichen punktierten Gebilde in Betracht. Ihre Formen und Größenordnungen stimmen mit den am häufigsten rezent beobachteten Typen überein: die runden Gebilde sind dann nichtfädige Formen, von denen rezent z. B. beobachtet sind: *Monas Mülleri* (Kugeln 5,6—15 μ), *M. Fallax* (Ellipsoide 4—5 zu 3 μ), *Thiophysa volutans* (Kugeln 7—18 μ, im Golf von Neapel); alle drei farblos. Daneben gibt es noch rote Schwefelbakterien, z. B. *Monas Okenii* (kurze Stäbchen 10–15 μ lang, 5 μ dick). — Letztere leiten schon zu den eigentlichen Fadenbakterien über, deren Hauptvertreter sind: *Beggiatoa* (3—6 μ dick) und *Thiotrix* (2 μ dick). Sie bilden lange Fäden, die sich aber leicht in einzelne Glieder auflösen, die kurzstäbchenförmig bis kugelig sind.

Was alle diese Formen gemeinsam charakterisiert, ist der Umstand, daß sie durch ihren Lebensprozeß Tröpfchen von öligweichem Schwefel in ihren Zellen ablagern, die ihnen als Reservenahrung dienen (über die physiologischen Prozesse vgl. letztes Kapitel). Angesichts des beinahe selbstverständ-

---

[1] W. Migula, System der Bakterien. 1900. II. Thiobacteria p. 1039—1049. — F. Lafar, Handbuch der technischen Mykologie. 1904/06. III. Kap. 8: W. Omelianski, Der Kreislauf des Schwefels. p. 214—243. — W. Benecke, Bau und Leben der Bakterien. 1912. p. 472—487. — Die bakteriologischen Ausführungen im folgenden lehnen sich an diese Werke an. Vgl. auch die Werke von Andrée (Lit. 1. p. 108—111) und Harder (Lit. 8. p. 29, 40—44, 60—64, 75, 82—84).

lichen Vorhandenseins von Schwefelbakterien im Kupferschiefermeer und derselben Größe und Struktur der beobachteten Gebilde wie die rezenten Formen und ihrer ungeheuren Anzahl im Kupferschiefer (pro mm^3 über 10000 Stück[1]) glaube ich, daß die Diagnose wohl richtig sein wird[2].

Ob die auf p. 14 unter 2. angeführten runden, 3—8 μ großen Gebilde, welche nur aus Buntkupferkies bezw. Kupferglanz ohne innere Struktur bestehen, auch Bakterien sind, kann natürlich nicht aus der Form und Struktur mit ebenso großer Sicherheit geschlossen werden, als für die auffällig punktierten Gebilde. Es gibt zahlreiche strukturlose Spaltpilze dieser Form und Größe, welche zweifellos im Kupferschieferschlamm lebten, vor allem die eigentlichen H_2S-Erzeuger oder „Sulfatzerstörer", die anaeroben desulfurierenden Bakterien: *Vibrio hydrosulfureus*, *Microspira desulfuricans*, *Bact. sulfureum*, *Bact. hydrosulfureum ponticum*, *Microspira aestuarii* etc. Die beiden letzteren sind sicher aus Meeresschlamm bekannt. Z. T. sind ihre Formen etwas schraubenartig gewunden, aber stets recht gedrungen, so daß ganz gut kugelige Durchschnitte entstehen können. — Neben diesen eigentlichen desulfurierenden Bakterien, die Sulfate zersetzen zum Zweck der H_2S-Gewinnung, lebt in solchem Schlamm noch die ganze Menge der eigentlichen Fäulnisbakterien, unter denen auch solche Formen vorkommen.

---

[1] Drew stellte in 1 mm^3 tropischen Meeresbodens 160000 Stück *Bact. calcis* fest. (Zitiert aus Andrée, Lit. 1, p. 189.)

[2] Als weiteren Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür möchte ich das Vorhandensein derselben Gebilde, in derselben Struktur und Größe (die Tröpfchen nur in Pyrit umgewandelt) ebenfalls in ungeheuren Mengen, im liassischen Posidonienschiefer Schwabens anführen. Ich wurde auf ihn aufmerksam, als mir Frl. cand. geol. Pauline Haas, die im geologischen Institut der Universität Heidelberg eben den Posidonienschiefer bearbeitet, einige Schliffe zusandte mit der Bitte, den Schiefer ebenfalls auf Schwefelbakterien prüfen zu wollen. Die weiteren Einzelheiten wird Frl. Haas in ihrer Dissertation bringen. Es sei daran erinnert, daß Pompeckj schon 1901 den Ausdruck „liassisches Schwarzes Meer" geprägt hat (Geogn. Jahresh. 1901. 19. p. 185). — Die gleichen Gebilde konnte ich auch im Meggener Schwefelkies und im Rammelsberger Erz beobachten. Ich möchte voraussagen, daß man sie in allen schwarzen Schiefern, Stinkkalken und Sapropelmergeln finden wird, ebenfalls in allen ihnen eingelagerten Kieslagern.

Ich möchte jedenfalls annehmen, daß auch diese strukturlosen Gebilde vererzte Bakterien darstellen, am wahrscheinlichsten die notwendig vorhanden gewesenen desulfurierenden Spaltpilze (s. Physiologie, nächstes Kapitel).

Die auf p. 14 unter 3. beschriebenen Formen mit den spärlichen Kupferkiespunkten sind zwanglos als „halbverhungerte" Schwefelbakterien zu erklären, die zeitweise nicht genug H_2S zur Schwefelbildung hatten und deshalb ihren aufgespeicherten Reservevorrat aufzehrten. Die Beobachtung zeigt, daß rezente Schwefelbakterien, denen man H_2S entzieht, in zwei Tagen ihren Vorrat an S aufgezehrt haben und dann Hungers sterben.

Endlich waren bei allerstärksten Vergrößerungen noch allerfeinste Kupferkiespünktchen in großer Menge einzeln zu erkennen. Es sind das wohl die vererzten einzelnen Schwefeltröpfchen von Bakterien, die sonst völlig zerstört sind.

4. Die Rolle der Bakterien bei der Mineral- und Erzbildung im Kupferschiefer.

Es muß nun kurz auf die Physiologie der Schwefelbakterien und der mit ihnen stets vergesellschafteten desulfurierenden Bakterien eingegangen werden, um die mineral- und erzbildenden Prozesse im Kupferschiefermeer völlig verstehen zu können. Nachdem durch die ausgezeichnete Arbeit von B. Doss (Lit. **6**) und die ausführlichen Darlegungen von O. Stutzer (Nichterze. Bd. I), Harder (Lit. 8) und K. Andrée (Lit. **1**)[1] für weitere geologische und mineralogische Kreise die enorme geologische Rolle dieser Kleinlebewesen schon hervorgehoben wurde, kann ich mich hier kurz fassen.

Der Kreislauf des Schwefels vollzieht sich in mehreren Etappen, je nachdem Schwefelwasserstoff produziert oder konsumiert wird:

[1] Den Anteil der Bakterien des Schwefelkreislaufs an der Bildung der sizilischen Schwefellager hat neuerdings noch sehr ausführlich diskutiert W. F. Hunt, Origin of sulphur deposits of Sicily. Econ. Geol. 1915. 543—579. Vgl. auch W. N. Logan, Kaolin of Indiana. Dep. of Conservation State of Ind. Publ. No. 6. Indianapolis 1919, und A. N. Winchell, Logan's explanation of the origin of Indianas Kaolin. Econ. Geol. 1921. **16**. 481—500, worin die Rolle der Bakterien bei der Bildung von Verwitterungslagerstätten besprochen wird.

1. H_2S wird produziert von den desulfurierenden Bakterien und den Fäulnisbakterien. Erstere reduzieren anorganische Sulfate, letztere zersetzen Eiweißstoffe. Beide leben hauptsächlich in Faulschlamm, in einem sauerstoffreien Medium, sie sind anaerob. Als Nebenprodukte bei diesen Reduktionsprozessen entsteht Ammoniak, und es gibt sogar noch weitere Bakterienarten, die mit den erstgenannten Arten zusammenleben, welche nur NH_4OH produzieren und so die zur Reduktion der Sulfate nötige alkalische Lösung erzeugen [1]. (Auf die Thiosulfatbakterien braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden.)

2. H_2S wird konsumiert von den eigentlichen Schwefelbakterien. Diese verbrennen den von den desulfurierenden Bakterien gelieferten Schwefelwasserstoff unter Zuhilfenahme von Sauerstoff zu freiem Schwefel und Schwefelsäure. Sie brauchen dazu Sauerstoff, sie sind also aerob und können nur in einer bestimmten mittleren Schicht des Wassers leben, wo von unten her stets genügend H_2S und von oben her stets genügend O_2 an sie herandiffundiert.

3. Die von den Schwefelbakterien gebildete Schwefelsäure neutralisiert sich mit dem im Meerwasser enthaltenen Calciumbicarbonat und bildet $CaSO_4$. Das sinkt zu Boden und wird wieder von den desulfurierenden Bakterien weiter zu H_2S verarbeitet, so daß der „Kreislauf des Schwefels" auf diese Weise geschlossen ist. Eine gewisse beschränkte Menge Schwefel könnte so andauernd an der Reaktion beteiligt sein und zahllosen Bakteriengenerationen immer wieder zur Nahrung und Energiequelle dienen.

So verläuft der Prozeß, wenn weitere Nebenreaktionen nicht vorhanden sind. Es ist klar, daß dieser geschilderte reine Prozeß weiter keine geologische Folgen hätte, da ja die Menge Schwefel konstant bliebe.

Ganz andere Vorgänge treten ein, wenn im Meerwasser eine Komponente gelöst ist, die mit dem bakteriell sich entwickelndem H_2S eine unlösliche Verbindung eingeht, also stets, wenn Schwermetalle im Meerwasser gelöst sind. Es wird dann H_2S ganz oder zum größten Teil verbraucht

[1] Freies Ammoniak ist heute noch im Kupferschiefer nachweisbar. (E. Erdmann, Lit. 7a. p. 29).

zur Bildung von Sulfiden. Zur Aufrechterhaltung der Lebensfähigkeit der Schwefelbakterien müssen dann viel größere Mengen von Eiweiß bezw. von Sulfaten zur Zersetzung zur Verfügung stehen, damit stets noch ein Überschuß an H_2S vorhanden ist. Dieser Fall hat nun geologische Wichtigkeit, denn er führt zur Sedimentation von Metallsulfiden.

Ein weiterer geologisch wichtiger Faktor ist die Abscheidung von Kalk innerhalb dieses Kreislaufs. Zwar werden in der Region der Schwefelbakterien die im Meerwasser gelösten Bicarbonate durch die bakteriell entstehende Schwefelsäure in Sulfate umgewandelt. Im Faulschlamm findet aber unter dem Einfluß der desulfurierenden Bakterien wieder eine Zurückverwandlung von $CaSO_4$ statt zu H_2S einerseits, und andererseits scheiden gewisse Arten von Bakterien[1] hier neben H_2S und NH_3 nun auch $CaCO_3$ in festem Zustand ab. Diesen bakteriellen Kalk konnte man neben Eisensulfiden in größeren Mengen sowohl im Bodenschlamm des Schwarzen Meeres (Pompeckj, p. 485) als auch des Weissowo-Salzsees (Gouv. Charkow) konstatieren (Doss, Lit. **6**, Anm. 83, p. 467). Da überdies, wie schon auf p. 19 gesagt, in diesem Faulschlamm auch $(NH_4)_2CO_3$ bei der Fäulnis entsteht, welches die Ursache der anorganischen Bildung fester Carbonate ist, so wird also ein Faulschlamm, der rein in der Wirkungssphäre der desulfurierenden Bakterien entsteht, stets als Faulschlamm-Mergel ausgebildet sein. Umgekehrt wird ein Faulschlamm, der noch in den Lebensbezirk der Schwefelbakterien hineinfällt, keinen Kalkgehalt besitzen, weil dieser verbraucht wird zur Neutralisation der Schwefelsäure. Man findet hier feste Sulfate.

Es braucht nun eine scharfe Trennung dieser beiden Lebensbezirke der desulfurierenden und der Schwefelbakterien nicht unbedingt vorhanden zu sein, sie hängt ab von der Höhe der H_2S-Konzentration, welche die Schwefelbakterien nur bis zu einem gewissen Maximum vertragen, und der Höhe der O_2-Konzentration, von dem sie ein gewisses Minimum brauchen. Eine Trennung der beiden Lebensbezirke fehlte z. B. in carbonatfreien, aber sulfatführenden Kieslagern (Ram-

[1] Bact. calcis von Drew, siehe Andrée, Lit. **1**, p. 189 ff. und Salomon, Geol. Rundsch. 1915. 478—480.

melsberg, Meggen). Sie muß aber dann vorhanden sein, wenn zu großer H_2S-Gehalt und zu geringer O_2-Gehalt am Boden des Beckens die Schwefelbakterien nötigt, in höhere Meeresbezirke zu wandern und eine höher gelegene „Bakterienplatte" zu bilden. Dieser Fall liegt heute im Schwarzen Meer vor und war auch im Kupferschiefer vorhanden, und in beiden Fällen haben wir als Bodensediment einen sulfidführenden Faulschlamm-Mergel[1].

Zusammenfassend können wir also sagen: die kombinierten organischen und anorganischen Reaktionen am Grund eines Kupferschiefermeeres, in dem wir einen gewissen Cu- und Fe-Gehalt annehmen, würden unter der absoluten Herrschaft desulfurierender Bakterien ergeben: Abscheidung von H_2S, der sofort zum größten Teil zur Ausfällung von Cu- und Fe-Sulfidgelen verbraucht wird, zum anderen Teil nach oben diffundieren kann; weiterhin Abscheidung von Kalkspat bezw. Dolomit oder Eisenspat.

Aber auch die Schwefelbakterien beteiligten sich an der Aufschichtung des Bodenschlammes, trotzdem sie höher im Wasser wohnten. Sie wurden teils durch das niederrieselnde Plankton, teils nach ihrem Tod von selbst in die unteren Schichten niedergeführt. Soweit sie noch nicht tot waren, starben sie dort sofort in der hohen H_2S-Konzentration ab und wurden in den kupferreichen Bodenlaugen sofort gegerbt. Beweis: die treue Erhaltung ihrer Struktur. Bekanntlich lagern ja die Schwefelbakterien einen Teil des Schwefels, den sie durch Spaltung von H_2S erzeugen, im gediegenen Zustand in Form winziger Tröpfchen in ihren Zellen ab. Für die Zeiten der Not, wenn H_2S mangelt, ist das ihr Vorrat, den sie allmählich verbrennen, um die zur Aufrechterhaltung des Lebens nötige Energie zu schaffen. Ich behaupte nun, daß diese Schwefeltröpfchen der niedergeführten Schwefelbakterien sofort in die schwefelreichste Kupferverbindung umgewandelt wurde, in Kupferkies. Daß

[1] Mit diesen Ausführungen dürfte sich der Einwand erledigen, den Doss (Lit. 6. p. 482) gegen die Beteiligung von Schwefelbakterien im Kupferschiefermeer erhebt.

dem Tod der Bakterien die Vererzung unmittelbar gefolgt sein muß, ersieht man aus den Versuchen von Winogradsky (nach Lafar, p. 219): aus den abgestorbenen Fäden von *Beggiatoa*, die noch Schwefeltröpfchen enthielten, wird im Verlauf einiger Tage durch Fäulnisvorgänge dieser Schwefel in H_2S umgewandelt und verschwindet.

Es ist festgestellt, daß diese Schwefeltröpfchen im weichen amorphen und deshalb sehr reaktionsfähigen Zustand sich befinden, so daß die Vererzung sehr rasch vor sich gehen mußte. Auch die Bakterienzelle selbst wurde rasch verkupfert, da totes Eiweiß Kupfer aus Lösungen leicht fällt und Kupferproteine etc. bildet. Abgesehen davon ergibt sich auch aus der tadellosen Erhaltung dieser höchst zarten Gebilde, daß sie unmittelbar nach der Sedimentation so imprägniert worden sind, daß sie nachher starre, feste Gebilde waren und den Druck der sie überlagernden Massen aushalten konnten, und das geschah eben durch die Vererzung.

An dieser Stelle erhebt sich die Frage, ob bei einer solchen Annahme einer Cu- und Fe-reichen Bodenschicht bezw. eines gleichmäßiger verteilten Metallgehaltes im Kupferschiefermeer bakterielles Leben überhaupt möglich war? Bekanntlich sind ja Metallsalze, vor allem auch Kupferverbindungen, starke Bakteriengifte. Diese Frage führt nun in ihren Konsequenzen zu einem der umstrittensten Probleme des Kupferschiefers: wie hoch hätte sich der Anhänger der syngenetischen Entstehung überhaupt die Metallkonzentration im Kupferschiefermeer zu denken?

Zunächst die Wirkung von Kupferionen auf Bakterien. Darüber existieren genauere Experimente[1] mit *Bact. coli*, der mit und ohne Zusatz von $CuSO_4$ zum Nährboden gezüchtet wurde. Da stellte sich folgendes interessante Ergebnis heraus: bei einer Konzentration 1:10000 und höher war eine spezifische Giftwirkung zu merken, es erfolgte kein Wachstum. Für geringere Konzentrationen ergab sich rasch zunehmendes Wachstum, ausgedrückt in der Anzahl der Kolonien, bis zu einem gewissen Optimalwert; bei noch weiter vorgeschrittener Verdünnung nahm das Wachstum wieder ab

[1] Benecke, Bau und Leben der Bakterien. 1912. p. 288 ff. Dort Spezialliteratur.

bis zu einem Grenzwert, der dem Wachstum ohne $CuSO_4$-Zusatz entsprach. Folgende Tabelle erläutert dies:

Gewichtsteile Nährboden auf 1 Teil $CuSO_4$	Anzahl der Kolonien von *Bact. coli*
10 000	0
30 000	2 000
100 000	7 550
10 000 000	4 000
100 000 000	3 000
∞	3 000

Geringe Konzentrationen $CuSO_4$, etwa zwischen 1 : 60000 und 1 : 50000000, üben also nicht nur keine Giftwirkung, sondern vielmehr einen erhöhten Wachstumsreiz aus. Das Optimum dieser Reizwirkung liegt bei ca. 1 : 100000. — Was hier für *Bact. coli* gilt, ist noch für viele weitere Bakterien nachgewiesen, die absoluten Zahlen sind von Fall zu Fall etwas verschieden, aber die Größenordnungen der Giftwirkung und umgekehrt der Reizwirkung sind etwa dieselben. Es wäre also die Annahme bakteriellen Lebens im Kupferschiefermeer und in seinem Faulschlamm nur dann unvereinbar, wenn die Kupfersulfatkonzentration höher etwa als 1 : 30000 gewesen wäre.

Zweitens: Wie hoch kann man aus den bekannten Daten einen ursprünglichen Cu-Gehalt des Kupferschiefermeeres schätzen? Die bekannten Daten sind: der Kupfergehalt des Flözes selbst, der des älteren Steinsalzes und der des Salztones, letztere von Biltz und Marcus[1] bestimmt zu 0,5 mg Cu/kg im älteren Steinsalz und 5—13,5 mg Cu/kg im Salzton.

Aus diesen Daten errechnet E. Erdmann (Lit. **7 a**, p. 28), daß „siebenmal der Kupfergehalt desjenigen Meerwassers, welches später das ältere Steinsalz zur Ausscheidung brachte, nach Ausscheidung als Sulfid sich zu ersetzen brauchte, um das nötige Kupfer zum Kupferschieferflöz zu liefern". Die Zahl von Biltz und Marcus entspricht aber 17 mg Cu pro Kubikmeter Meerwasser oder, in $CuSO_4$ ausgedrückt, ca. 1 : 20000000. Diese Konzentration können wir siebenmal hintereinander annehmen oder aber gleich von Anfang an die

[1] W. Biltz und E. Marcus, Zeitschr. anorg. Chemie. 1909. **62**. 183 und 1912. **77**. 119.

siebenfache Konzentration, also etwa 1:3000000, um nach der Erdmann'schen Berechnung den ganzen Kupferinhalt des Kupferschiefers aus dem Kupfergehalt des Zechsteinmeeres ableiten zu können. Die Konzentrationen 1:3 mill bezw. 1:20 mill fallen aber gerade innerhalb der Konzentration, bei der Kupfersalze auf das Wachstum der Bakterien eine erhöhte Reizwirkung ausüben. Damit erledigt sich wohl sehr einfach die Frage, ob überhaupt bakterielles Leben in einem „durch Kupfersalze vergifteten" Zechsteinmeer möglich gewesen sei, dahin, daß die aus geologischen Gründen geforderte Kupferkonzentration im Gegenteil gerade auf die Bakterientätigkeit besonders günstig eingewirkt haben muß.

Um gleich die ja schon so oft erörterte Frage nach den „vergifteten" gekrümmten *Palaeoniscus*-Überresten zu behandeln, so ist zu sagen, daß nach physiologischen Beobachtungen derartig geringe Konzentrationen auf höhere Tiere noch keine Giftwirkung ausüben. Überdies hat Pompeckj ja auch die Vergiftung der zum Teil wohl aus Süßwasser stammenden Fischfauna durch den reichlichen Schwefelwasserstoff wahrscheinlich gemacht, der auf die Fische vergiftend wirken mußte, die aus dem sauerstoffreichen Oberflächenwasser in das schwefelwasserstoffreiche Tiefenwasser gerieten.

Genetische Schlüsse:

Der heutige Erzinhalt des Kupferschiefers ist primär und er ist syngenetisch mit dem Gestein entstanden.

Das Kupferschieferproblem ist im Lagerstättenwerk von Beyschlag-Krusch-Vogt und noch schärfer vor kurzem von Krusch allein (Lit. 9) mit vollem Recht in zwei Teilprobleme zerlegt worden:

1. Ist der heutige Erzinhalt noch der ursprüngliche, primär entstandene, oder haben da weitgehende Umlagerungen Platz gegriffen?

2. Haben sich die primären Kupfererze syngenetisch mit dem entstehenden Faulschlamm-Mergel im Zechsteinmeer abgesetzt oder sind sie später epigenetisch eingewandert in den schon verfestigten Zechsteinschiefer?

Auf beide Fragen konnte, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, die chalkographische Untersuchung im Verein mit den von anderen Seiten, neuerdings vor allem von Pompeckj gegebenen bionomisch-stratigraphischen Darlegungen, befriedigende Antwort geben. Krusch schließt die sekundäre Entstehung der heute vorhandenen Sulfide aus ihrer mineralogischen Natur, aus Verdrängungen von Kupferkies durch Kupferglanz, die er im „Sanderz" beobachtet hat, aus allgemeinen Betrachtungen über die Möglichkeit der Ausbildung von Zementationszonen in tektonisch geneigten Kupferschieferbändern und endlich aus den verschiedenen Metallgehalten der einzelnen Flözteile und Reviere. Darauf ist zu erwidern:

Wo sekundäre reiche Kupfersulfide auftreten, sind sie zwar so gut wie immer durch Kupferglanz, seltener durch Buntkupfererz repräsentiert. Aber der Satz ist keinesfalls umkehrbar. Im steigenden Maße hat die amerikanische Lagerstättenforschung während des Krieges primäre Vorkommen von Buntkupfererz und sogar von Kupferglanz nachgewiesen, ich selbst konnte primären Kupferglanz auf der Tsumeb-Mine und primäres Buntkupfererz auf der Tsumeb-Mine und der Asis-Mine des Otaviberglandes (Südwestafrika) nachweisen[1]. Nun ist, wie die Anschliffe ganz deutlich zeigen, Kupferglanz hier tatsächlich etwas jünger als Buntkupfererz und aus diesem durch zementative Verdrängung entstanden, man müßte also zunächst die primäre Natur des Buntkupfererzes erweisen. Ich glaube, die Ausführungen auf p. 9 ff. haben das überzeugend dargetan: der absolute Mangel an Verdrängungsresten älterer Sulfide im Buntkupfererz, seine gleichalterige Entstehung mit Carbonaten und das Fehlen jeder Zementationsmetasomatose waren die Hauptgründe. Dazu kam noch, daß beim einzig beobachteten Fall von Kupferkies an den Gängen und Trümchen dieser jünger als Buntkupfererz war. Daß trotz der Verdrängungsstruktur Kupferglanz hier nicht einer eigentlichen Zementation im landläufigen Sinn sein Dasein verdankt, glaube ich auf p. 23 gezeigt zu haben. Dagegen spricht vor allem seine Entstehung aus alkalischen Lösungen (unangegriffene Carbonate!), weiter die Erscheinung, daß er,

[1] H. Schneiderhöhn, Die Erzlagerstätten des Otaviberglandes. Metall und Erz. 1920. **17**; 1921. **18**.

wie an den durchgreifenden Gängchen zu sehen, ebenfalls noch älter ist als Kupferkies und schließlich auch das Fehlen der Zementationsmetasomatose.

Die Verdrängungen, die Krusch im Sanderz beobachtet hat, sind nicht durch chalkographische Untersuchung belegt und somit nicht genug sicher. Im Gegenteil glaube ich aus seiner Beschreibung entnehmen zu können, daß der Kupferkiesgehalt des Sanderzes genau so sekundär ist wie der der Trümchen im Kupferschiefer, und daß dort wie hier also Kupferkies die anderen Sulfide verdrängt. Also, die Verdrängung wird sicher vorhanden sein, aber wer verdrängt und wer verdrängt wird, das kann bei Erzen sicher nur an polierten Anschliffen festgestellt werden.

Die Möglichkeit der Ausbildung von deszendenten Zementationszonen in tektonisch schiefgestellten Kupferschieferplatten halte ich aus zwei Gründen für sehr unwahrscheinlich: wegen des außerordentlich dichten Gefüges und wegen des Kalkgehaltes. Ersteres bedingt ein nichtdiffusibles Medium, letzterer neutralisiert sofort die Säure der sauren Sulfate und würde, da im Überschuß vorhanden, Malachit und Kupferlasur erzeugen[1]. Gerade aus diesen Gründen hätte sich unbedingt eine sehr starke Oxydationszone ausbilden müssen wegen der Schwerlöslichkeit und der sofortigen Fixierung der Kupfercarbonate, wie ja umgekehrt die ärmsten, ausgelaugtesten Oxydationszonen in den porösen kalkfreien Eruptivgesteinen vorhanden sind („disseminated-porphyry ores" des westlichen Nordamerika). Die von Krusch hierfür herangezogenen chloridreichen Tagewässer hätten dieses Bild nur insofern verändern können, als neben Malachit auch Atacamit etc. in größerem Umfange hätte entstehen müssen. Aber daß überall eine so bemerkenswert geringe Oxydationszone im Kupferschieferflöz ausgebildet ist, trotz sonstiger guter Vorbedingungen, zeigt schlagend, daß die Hauptbedingung zur Ausbildung sekundärer Teufenzonen hier eben fehlt: die Durchlässigkeit des Erzkörpers.

[1] W. H. Emmons, The enrichment of the ore deposits. U. S. Geol. Surv. 1917. Bull. 625. p. 172—175. — D. C. Bard, Absence of secondary copper sulphide enrichment in calcite gangue. Econ. Geol. 1910. 5. 59—61.

Die verschiedenen Metallgehalte der einzelnen Flözteile können aus den vorigen Gründen nicht sekundär sein; ausgelaugte Partien von einem einigermaßen großen Umfang gibt es danach sicher nicht im Kupferschiefer. Die Unterschiede müssen primär sein und können es sowohl bei Annahme syngenetischer als auch epigenetischer Entstehung zwanglos sein.

Zusammenfassend muß ich sagen, daß die Gründe für die Auffassung des heutigen Erzinhaltes als sekundär nicht stichhaltig sind. Dagegen sprach alles, was neu durch die chalkographische Untersuchung beobachtet werden konnte, ganz entschieden für die primäre Natur des Kupfererzes im Kupferschiefer.

In seiner letzten Arbeit hat Krusch gegenüber dem mit Beyschlag und Vogt gemeinsam verfaßten Lehrbuch der Erzlagerstätten seinen Standpunkt betreffend der syn- oder epigenetischen Entstehung der Erze geändert und bemerkt auf p. 84, daß „ein exakter Beweis bei der geschilderten Sachlage (nämlich da nach seiner Ansicht der heutige Erzinhalt gegenüber dem primären fast völlig umgelagert sei) unmöglich ist, indessen ist die Ähnlichkeit zwischen den Kupfer- und Alaunschieferflözen eine derartig auffallende, daß man das Recht hat, auf eine gleiche, also primäre Entstehung beider Erzvorkommen zu schließen, zumal die Beweise für eine außerordentlich ausgedehnte permische Kupferformation auch in anderen Ländern vorliegen".

Wenn also mit anderen Worten der Nachweis gelungen ist, den heutigen Erzinhalt als primär aufzufassen, dann würde einer syngenetischen Entstehung des Kupferschieferflözes nach Krusch nichts mehr im Wege stehen. Ich glaube positive Anzeichen dafür gefunden zu haben: die Struktur der Erzlinsen, das Fehlen der Verdrängungsreste von Carbonaten oder Bitumen darin, die Paragenesis mit solchen Carbonaten, die auch für sich als Flasern und Linsen vorkommen, die wohl der überzeugteste Epigenetiker nicht als sekundär ansehen wird. Also das Fehlen aber auch jedes Anzeichens einer metasomatischen Entstehung der Erzlinsen und Flasern. Und wie hätten diese sonst epigenetisch entstehen sollen? Etwa durch Wachs-

tumsdruck? Dann müßte — diese Kraft einmal angenommen — man ganz andere Mikrostrukturen sehen, mit winzigen Verschiebungen usw.

Sodann sprechen für syngenetische Entstehung die zahllosen vererzten feinstruierten Gebilde, die aus guten Gründen als selektiv vererzte Schwefelbakterien gedeutet werden mußten. Ihre Vererzung konnte nur unmittelbar nach ihrem Tod erfolgt sein, d. h. das Meerwasser, in dem sie lebten, mußte einen gewissen Kupfergehalt gehabt haben. Daß dieser Kupfergehalt der Größenordnung nach dem entspricht, der auch in späteren Zechsteinzeiten, als sich das Hauptsteinsalz abschied, vorhanden war, haben die Zahlen von Biltz und Marcus und die Berechnungen von Erdmann nachgewiesen. Es zeigte sich eine erfreuliche Übereinstimmung dieser Kupferkonzentrationen mit der, bei welcher gesteigertes bakterielles Leben infolge Vermehrung des Wachstumsreizes durch ganz geringe „Gift"dosen stattfindet. Diese Konzentration ist nur siebenmal größer als der heutige Minimalkupfergehalt des Mittelmeeres. Die permische Kupferformation in weiten Teilen der Erde erwähnen alle Forscher, und besonders in der Umgebung der Mansfelder Mulde sind überall Cu-führende Eruptiva rotliegenden Alters, im Harz sowohl wie im Thüringer Wald. Auch an das damals schon vorhandene Lager des Rammelsberges kann man denken. Es bedarf also gar keiner gezwungenen Annahme zur syngenetischen Entstehung. Wo fiele es heute auf, wenn in einem Meerbecken pro Kubikmeter Wasser 120 mg Cu vorhanden wäre? Das müßte schon ein recht geschickter Analytiker sein, der das direkt nachweist. — Auf einige Einwände gegen die Syngenese sei noch kurz eingegangen:

„Die schwankenden Metallgehalte." Wie Krusch (1919, p. 78 ff.) hervorhebt, ist die Schwankung zweierlei Art: im Profil und in der Horizontalen. Es wurde vor allem von Beyschlag in diesem „Mangel der Niveaubeständigkeit" der stärkste Beweis gegen Syngenese erblickt. Ich schließe mich in seiner Widerlegung durchaus Pompeckj (p. 458 ff.) an und möchte diesen Schwankungen für die Genese gar keinen Wert beilegen. Warum sollen in dem Kupferschiefermeer keine Cureicheren Schlieren gewesen sein? Wenn der Kupfergehalt,

woran ich nicht zweifle, zum großen Teil vom Festland stammte, dann muß sogar vor gewissen Küsten, vor den Mündungen größerer Flußläufe jenseits der Deltas mehr Cu zu finden gewesen sein als vor flußlosen Küsten, wo das Kupfersulfid durch den Schwefelwasserstoff so rasch ausgefällt wurde. Die einfachen Beziehungen zur damaligen Küstenlinie regeln also keinesfalls allein noch nicht die Kupferverteilung.

Daß Ag, Mo, Vd und andere akzessorische Metalle nicht äquivalent dem Cu-Gehalt sind, scheint mir viel weniger gut aus nachträglichen Verschiebungen zu erklären sein, als aus der ursprünglichen Ausfällung der Metallsulfide als Gele, welche adsorbierend wirken konnten auf solche Beimengungen. Dazu kommt noch die lokale starke Entwicklung von Ammoniak neben H_2S im Faulschlamm, so daß ein verschiedenes Verhalten der Metalle der Schwefelwasserstoff- und Schwefelammoniumgruppe an verschiedenen Stellen sehr erklärlich ist[1].

Die „schief durchsetzenden Erzflözchen“ sollen bestimmt für Epigenese sprechen. Es waren zwei Arten zu unterscheiden: die echten durchgreifenden Trümchen im Schiefer und in Kalkspatkonkretionen, die Kupferkies führen und die sekundär sind, und gewisse Flasern und Linsen, die manchmal vorkommen und gewisse Winkel mit der Hauptschichtungsrichtung bilden. Erstere beweisen für die Entstehung des Haupterzinhaltes natürlich gar nichts[2] und können infolge endogener und exogener Vorgänge in allen Lagerstätten auftreten. Letztere sind in ihrem Habitus so eng mit dem anderen Gestein verknüpft und durch alle Übergänge mit genau parallelen Lagen verbunden, daß auch für sie eine syngenetische Entstehung selbstverständlich ist. Mit Recht fragt Pompeckj (p. 461): „Wo überhaupt ist in einem Sediment absolutes Parallelsein der aufeinandergelagerten Massen vorhanden?“ Schon eine irgendwie ausgelöste plötzliche Entbindung einer größeren H_2S-Gasblase schafft z. B. in der Umgebung eine

[1] Vgl. hierzu die Diskussionsbemerkungen von E. Ebdmann bei Lang, Lit. **14**. 123—128.

[2] Damit entfällt auch der Hauptbeweis, den Beyschlag in seiner neuesten Arbeit (Lit. **12**) für Epigenese bringt, weil, wie ich vorhin anführte, seine beweisenden Stellen in den Anschliffen solche kiesgefüllte Schrumpfungsrisse in Konkretionen sind.

kleine Diskordanz, und viel größer sind die „schief hindurchgehenden Trümchen“ auch nicht. Auch untermeerische Gleitungen können solche schiefen Flözchen bewirken.

Es blieben noch die „Rücken“. Bergeat, Pompeckj und Geipel haben da schon alles gesagt, was deren Beweiskraft gegen eine Syngenese entkräften kann.

Alles in allem: Nachdem die stratigraphisch-faziellen Gesichtspunkte schon unbedingt für die Syngenese sprachen, ist sie durch alle mikroskopischen Beobachtungen, wie ich glaube, unwiderleglich bestärkt worden. Die chalkographische Untersuchung eines größeren Materials hat gezeigt, daß die vorhandenen Kupfersulfide des Kupferschiefers primär sind und daß sie sich syngenetisch im Faulschlamm-Mergel des Kupferschiefermeeres als gemengte Eisenkupfer-Sulfidgele unter dem herrschenden Einfluß der Bakterien des Schwefelkreislaufes gebildet haben.

Gießen, Min. Institut der Universität, 1. Februar 1921.

Sedimentpetrographische Studien.

Von

W. Wetzel in Kiel.

Mit Taf. I—III und 1 Textfigur.

I. Feuerstein.

Inhaltsübersicht.

Seite

1. Einleitende Bemerkungen über das Verhältnis des Feuersteins zu verwandten Bildungen 39
2. Die bekannten Eigenschaften 41
3. Die Annahmen über die Bildungsweise 44
4. Nach der Literatur noch offen bleibende Fragen 46
5. Das Material für die Neuuntersuchungen 48
6. Die Untersuchungsmethode 48
7. Die organische Substanz als charakteristischer Übergemengteil 52
8. Die paläontologischen Befunde 58
9. Neu sich eröffnende lithogenetische und geologische Zusammenhänge 65
10. Schlußbemerkung 77

Tafelerklärung 91

1. Einleitende Bemerkungen über das Verhältnis des Feuersteins zu verwandten Bildungen.

Über den Gebrauch der Bezeichnung Feuerstein oder Flint besteht im allgemeinen kein Zweifel. Immerhin bedarf die Abgrenzung gegenüber dem Begriff Hornstein einiger Aufmerksamkeit. Das nahezu monomikte Gefüge des Feuersteins ist von extremer Feinkörnigkeit, da doppelbrechende Einzelkörner von 1—10 μ Durchmesser die Hauptmasse des

Gesteins zu bilden pflegen, die dem unbewaffneten Auge den Eindruck großer Homogenität erweckt. Die dunkelschwarzbraune Färbung größerer Bruchstücke frischen Materials hellt sich in dünnen Scherben zu einem durchsichtigen Hellbraun bis Grüngelb auf. Bei dem viel weniger durchsichtigen Hornstein ist die Grundmasse weniger feinkörnig, erscheint nicht so homogen und erweist sich unter dem Mikroskop als kristalline Kieselsäure von geringerer Reinheit als der Feuerstein, insofern ihr insbesondere Carbonate reichlich beigemengt sind, während das dunkle Pigment des Feuersteins fehlt, oder — allem Anschein nach — in dem Maße zurücktritt, wie die Verunreinigung mit Kalkcarbonat herrschend wird. Es bedarf kaum der Erinnerung, daß dem Hornstein und dem Flint die gleichen Arten des Vorkommens eigen sind und daß naturgemäß Übergänge stattfinden [1].

Da Feuerstein nicht bloß in isolierten Konkretionen auftritt, sondern auch selbständige Zwischenlagen in kalkigen Sedimenten bilden kann — stellenweis, nicht immer, als ein Horizont von miteinander verschmolzenen Knollen erweisbar —, und da endlich auch gangförmiger Feuerstein als Spaltenfüllung bekannt ist, erscheint auch eine Gegenüberstellung von Feuerstein und Kieselschiefer als nicht überflüssig. Letzterer hat mit dem Feuerstein die starke Pigmentierung gemein, die bei ihm aber von oft über 2% Kohle herrührt; beim Feuerstein ist, wie wir sehen werden, das Pigment nicht vorwiegend Kohle und hat in mikroskopischen Präparaten andere braune Farbtöne als das für Kieselschiefer charakteristische, ins Rötliche spielende Schwarzbraun. Es mag dahingestellt bleiben, ob dieser Unterschied bloß durch das höhere geologische Alter des Kieselschiefers bedingt ist, das gewiß nicht als hauptsächlichster Unterschied aufgefaßt werden darf; jedenfalls kommen andere Unterschiede hinzu, namentlich der geringere Kieselsäuregehalt des Kieselschiefers — durchschnittlich 95%. Feuerstein ist kaum je so fein geschichtet

[1] Die Bemerkung in Hintze's Handbuch (I, 10, p. 75), daß Hornstein auf Gängen und als Versteinerungsmittel vorkomme, trifft zum mindesten nicht die Hauptsache. — Es gibt helle, daher hornsteinähnliche Flinte, die doch aus recht reiner Kieselsäure bestehen, worüber unten noch Näheres folgt.

wie Kieselschiefer, der nach Andrée unter erheblich anderen lithogenetischen Bedingungen entstand.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich zunächst auf die Feuersteine der oberen Kreide, ohne daß jedoch beabsichtigt wird, den Namen Feuerstein auf die allerdings besonders wichtigen Vorkommnisse jungcretacischen Alters zu beschränken.

2. Die bekannten Eigenschaften.

Als bekannt gelten zunächst die petrographischen Eigenschaften des Feuersteins. Er ist ein Feinquarzgemenge, auf das der Varietätenname Chalcedon angewandt werden darf. Die Feuersteingrundmasse hat mit typischem Chalcedon die wichtige Eigenschaft gemeinsam, die jeder Feuersteinsplitter zeigt, daß beim Erhitzen auf nahezu Rotglut eine charakteristische Trübung auftritt. Nach meinen früheren Experimenten mit Chalcedon (6. Jahresber. d. Niedersächs. Geol. Ver. 1913. p. 41, und Centralbl. f. Min. etc. 1913. p. 360) beginnt die Trübung ungefähr bei 460° und erklärt sich daraus, daß im Chalcedon-Quarz Opalreste stecken, und zwar hauptsächlich in den Quarzkriställchen selbst, wie ja in der ersterwähnten Arbeit sowie in meinem Artikel „Über Blauquarz und über Kieselringe“ (dies. Jahrb. 1913. II. p. 123) ein Opalgehalt im Inneren von größeren, individuell untersuchbaren Quarzkristallen nachgewiesen werden konnte. Neuerdings hat O. M. Reis (Geognost. Jahresh. 1917 u. 1918. p. 26 ff.) diese Auffassung dadurch gestützt, daß er quantitative Entwässerungsversuche mit Chalcedon angestellt hat. Aus seinen Kurven und Daten, die eine adsorptive Bindung des Wassers sehr wahrscheinlich machen, entnehme ich, daß erhitztes Chalcedonpulver zwischen 380° und 450° einen im Vergleich mit den bei niederen Temperaturen ausgetriebenen Wassermengen auffallend hohen Wasserverlust hat und daß die gesamte Wasserabgabe bei solchen Chalcedonproben besonders hoch ist, die auch optisch einen hohen Opalgehalt verraten, also auch entsprechend viel Opalwasser einschließen müssen. Die für die Reis'schen Versuche mit Chalcedon geltenden Temperaturangaben dürfen wohl mit meinen etwas höheren Temperaturwerten in Parallele gesetzt werden, wenn man die Verschieden-

heit der Versuchsbedingungen berücksichtigt (ich verwandte kein pulverisiertes Material, sondern Scherben von Chalcedon und Feuerstein).

Nun fehlt dem Grundmassenaggregat des Feuersteins zwar meistens die faserige Ausbildung des typischen Chalcedons, die aber wohl nebensächlich ist und sich auch im Feuerstein überall da einstellt, wo das sonst gleichmäßig dichte Gefüge von kleinen und kleinsten ehemaligen Hohlräumen unterbrochen wird, wobei sich dann regelmäßig der optisch negative Charakter der drusenfüllenden Sphärolithe (a // Faserachse) erkennen läßt (vielfach nachgeprüft, so von A. Hennig 1895 und neuerdings auch von mir). Mithin kommt die andere Varietät faseriger Kieselsäure, Quarzin, praktisch für die Zusammensetzung des Feuersteins nicht in Frage, obwohl bei der häufig beobachteten Vergesellschaftung von Quarzin und Chalcedon nicht ausgeschlossen ist, daß hier und da auch einmal der sonst relativ seltene Quarzin eine sphärolithische Partie des Feuersteins zusammensetzen mag, was sich übrigens auch beim Erhitzen verraten würde, da nach meinen früheren Untersuchungen Quarzinlamellen schon bei einer Erhitzungstemperatur zwischen 375° und 450° deutlich getrübt werden. Auch O. M. Reis hat die Bezeichnung Chalcedon auf nichtfaserige, aber äußerst feinkörnige, anisotrope Kieselsäureausscheidungen angewandt, nämlich auf die Scharen von Kristallstäubchen, die seinen sog. Calcitachat erfüllen, und von welchen er ähnliche Entwässerungskurven ermitteln konnte wie von deutlich faserigem Chalcedon. Reis hat jenes Material mit dem Namen „Feinchalcedon“ belegt, welcher Name auch auf das Grundmassenaggregat des Feuersteins angewandt werden könnte.

Die schon erwähnte dunkle Farbe der überwiegenden Menge der Feuersteine ist von den Petrographen bezw. durch chemische Proben von Berzelius, Rørdam u. a. insoweit aufgeklärt, daß kein Zweifel mehr an dem Vorhandensein organischer Verbindungen als Ursache besteht, freilich sind keine genaueren Angaben über die organischen Substanzen gemacht und es herrschen noch Unstimmigkeiten in der Literatur. In dieser Hinsicht wurde ja schon erwähnt, daß der geologisch ältere Kieselschiefer färbende Beimengungen

enthalte, die das Endstadium der Inkohlung erreicht haben, während der Feuerstein entgegen älteren Behauptungen von Lasaulx' u. a. dieses Stadium des Bitumengehaltes selten oder gar nicht aufweist. Eigene kurze Bemerkungen über die organischen Beimengungen (l. c. 1913) werden in anderem Zusammenhange wiederholt werden.

Unter den mechanischen Eigenschaften, die mit der glasähnlichen Homogenität des streng genommen nur extrem feinkörnigen Feuersteins zusammenhängen, wird von petrographischer Seite hauptsächlich der sog. „muschelige Bruch" hervorgehoben. Man sollte hier immer die scharfe Unterscheidung der Prähistoriker beobachten: zwischen der Erscheinung der Schlagkegel, welche als Sprungflächen infolge von Hammerschlägen oder ähnlichen Insulten entstehen und unten weiter zu besprechen sind, und den ganz andersartigen konzentrisch gewellten Sprungflächen, welche durch den raschen Wechsel thermischer Ausdehnung und Kontraktion hervorgerufen werden können, bezw. als Insolationswirkung natürlich auftreten.

Neben den hier hervorzuhebenden Eigenschaften, die nur für Feuerstein bezeichnend sind, gibt es natürlich viele, die auch dem Chalcedon schlechthin, bezw. dem typischen Drusenchalcedon eigen sind, darunter die „Frakturoluminiszenz", die A. Johnsen kürzlich (Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Math.-phys. Kl. 1919) mit der nötigen Schärfe unterschieden hat von der Mineralfunkenbildung bezw. der Stahlfunkenbildung, die der „Flint" wegen seiner quarzähnlichen Härte (H. = 7) beim Zusammenschlagen mit weniger harten Stoffen veranlaßt und die namengebend geworden ist, ohne eine spezifische Eigenschaft des Feuersteins zu sein.

Der Kieselsäuregehalt des typischen Feuersteins schwankt um 98%, er beträgt nach zahlreichen Analysen älterer und neuerer Forscher selten weniger als 97% und mehr als 99%.

Betreffs der Art des Vorkommens von Feuerstein bedarf es keiner Erinnerung, diese Dinge und die ältere Literatur enthält in übersichtlicher Weise H. Hanssen's Kieler Dissertation (Schriften d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holst. **12.** 1901).

3. Die Annahmen über die Bildungsweise.

Mit dem mitgeteilten Stande unserer petrographischen Kenntnisse vom Feuerstein verbinden sich nun folgende Vorstellungen seiner Bildungsweise, die sich größtenteils aus Hanssen's eben zitierter Arbeit entnehmen lassen und nur um einiges später Veröffentlichte bereichert worden sind:

Kieselsäure, die erstmalig im lebendigen Körper von Schwämmen sowie von Diatomeen und Radiolarien zur Skelettbildung ausgeschieden worden war, ging nach dem Tode der betreffenden Organismen in Lösung und wurde, vielleicht nach zwischendurch stattgefundener Wanderung, wieder ausgefällt. Letzteres geschah um bevorzugte Anlagerungszentren, z. B. um nicht ganz der Auflösung anheimgefallene Schwammskelette, aber auch um andere Hartgebilde von Meeresorganismen, und zwar, nach den Ausscheidungsformen zu schließen, im Gelzustande. — Auflösung, Wanderung und Neuabscheidung von Gesteinsgemengteilen ist in Sedimenten keine ungewöhnliche Erscheinung, die meist unter Bezugnahme auf das Ostwald'sche Prinzip vom Wachsen des Großen auf Kosten des Kleinen erklärt wird. Dabei denkt man sich den Vorgang ganz oder zum Teil während des Stadiums der Diagenese oder gar bei besonderen, ganz späten Anlässen stattfindend.

So kamen viele Forscher, wie z. B. Deecke (Geologie von Pommern), zu der Vorstellung posthumer Feuersteinbildung, zumal sie die Feststellung von ausgeflockter Kieselgallerte an irgend einem rezenten Meeresboden vermißten. Einige verlegen die Feuersteinbildung sogar erst in die Zeit der tektonischen Heraushebung und Trockenlegung der Kreidesedimente, so Sollas unter den älteren Forschern und von neueren Potonié (Naturw. Wochenschr. 1910), Liesegang (Geol. Diffusionen. 1913), W. Hill (Proc. of the Geologist's Association. **22**. 1911). Daß die Feuersteine vielfach Andeutungen von Schichtung zeigen (Renard, Bull. Acad. Belge. Sér. 3. **14**. 1887), und daß eine relative Verarmung der die Feuersteinknollen umgebenden Kreide an Kieselsäure beobachtet wird (de Lapparent, Traité. 1906), fordert nicht notwendig die Annahme ausschließlich posthumer Feuersteinbildung, sondern kann auch dahin gedeutet werden, daß

präexistierende Feuersteinknollen noch späteren Zuwachs erhielten, von welcher Möglichkeit noch zu handeln ist. Als sicher posthum im eben gekennzeichneten Sinne können nach dem Bisherigen nur die Spaltenfeuersteine gelten[1].

Diesem Vorstellungskreise steht nun ein anderer gegenüber, innerhalb dessen mit einer relativ frühen endgültigen Ausscheidung der Kieselsäure gerechnet wird: bei der Ausflockung der Kieselsäure wirkten bereits Stoffe chemisch mit, die Endprodukte der Fäulnis abgestorbener Lebewesen am Meeresboden waren, nämlich Kohlensäure und Schwefelwasserstoffsäure, während intermediäre Abbauprodukte von Tierleichen (organische Basen) vorher bei der Auflösung von Schwamm-Kieselsäure mitgewirkt hatten. Immerhin ist diese Kieselsäureausflockung nicht die erste Mineralneubildung im werdenden Sediment, sondern es geht ihr schon Schwefeleisenbildung, wenigstens gelegentlich, vorauf. — So läßt sich etwa H. Hanssen's Anschauung zusammenfassen. Ihm schloß sich später A. Irving (Brit. Assoc. for the Advance of Science, 83. Report, 1914) an, der von der Einwirkung organischer Säuren, die aus zersetzten Tierleichen stammen, auf im Meerwasser gelöste oder im Bodenschlamm zirkulierende Alkalisilikate spricht, während wiederum Andrée (Geol. Rundschau. 3. 1912) die Ausflockung der Kieselsäure am Meeresboden durch Salze für möglich hält. Unter solchen Annahmen bedarf die vielfach so regelmäßige, schichtweise Anordnung der Kreidefeuersteine einer besonderen Erklärung (bekanntlich haben die einzelnen Lagen der Feuersteinknollen recht regelmäßige Abstände voneinander, etwa 0,5 oder 0,75 m im Durchschnitt). Eine dementsprechende Erklärung ist vom Standpunkte der Hypothese der posthumen Feuersteinbildung aus leichter als unter der Annahme primärer Feuersteinbildung, aber H. Hanssen bringt auch vom letzteren Standpunkte aus einen chemisch-physikali-

[1] Ich möchte übrigens die Möglichkeit, daß auch horizontmäßige Lagen von Feuerstein in extremem Sinne sekundär gebildet sind, nicht von der Hand weisen, und zwar schon aus rein geologischen Gründen: es finden sich Kreideprofile, ich erinnere mich solcher aus Nordfrankreich, wo eine hangende Schichtpartie, die seit langen Zeiten der Verwitterung unterliegt, nur Auflösungsspuren bezw. Pseudomorphosen von Kieselschwammskeletten, nämlich limoniterfüllte Hohlräume, aufweist, wo aber im Liegenden über ganz unveränderten Kreideschichten eine mehr oder weniger zusammenhängende dünne Feuersteinlage auftritt.

schen Grund bei, während andere Forscher an geologische Ursachen des schichtmäßigen Auftretens der Feuersteine dachten, z. B. an periodische Erstickung von lebenden Schwammrasen infolge reichlicher Einschwemmung von Kalkschlamm.

Für die relativ frühzeitige Entstehung gewisser Feuersteine führte ich 1913 einen kaum widerlegbaren Grund an, als ich (6. Jahresber. des Niedersächs. Geol. Ver.) ein chalcedonisiertes Treibholz jungcretacischen Alters beschrieb, das von Bohrwürmern besiedelt war, und in welchem diese Einwohner noch mit verkieselten Weichteilresten vorgefunden wurden, also noch vor völliger Verwesung auf natürliche Weise konserviert worden waren. Bei der Gelegenheit hob ich (l. c. p. 48) hervor, daß es primäre und sekundäre Feuersteine geben müsse, und erinnerte an die mehrfach in der Literatur vorkommende Meinung, daß tote, im Abbau begriffene organische Substanz die Konzentration von Kieselsäure begünstige — offenbar im Wege weitgehender gegenseitiger Adsorption von Kiesellösung oder -gallerte und gewissen organischen Substanzen.

4. Nach der Literatur noch offen bleibende Fragen.

Versucht man so einen Überblick über die bisherigen Meinungen zu gewinnen (ältere, ganz unhaltbare Anschauungen lese man in Hanssen's geschichtlichem Überblick nach, wo sieben Entstehungshypothesen aufgezählt werden), so bemerkt man, daß die sekundäre Feuersteinbildung verhältnismäßig befriedigende Erklärungen gefunden hat, daß aber Feuersteinvorkommnisse um so merkwürdiger erscheinen müssen, eine je frühzeitigere Bildung von ihnen anzunehmen ist, und daß übrigens alle Erklärungsversuche anfechtbar werden, sobald ihre Geltung für alle Feuersteine schlechthin beansprucht wurde, ein Sachverhalt, der übrigens in der Sedimentpetrographie oft genug vorliegt, um uns in der Erklärung vorsichtig zu machen. Sedimentpetrographisch gleiche Gebilde oder vielmehr solche, die in unserer genauesten und modernsten Systematik einheitlich benannt werden, sind noch keineswegs genetisch gleichartig.

Die noch bestehenden Erklärungsschwierigkeiten, namentlich bezüglich der primären Feuersteine, scheinen mir schon mit der Frage des Kieselsäurehaushaltes des marinen

Bodenwassers zu beginnen. Die gewaltigen Kieselsäuremengen, die in den jüngeren Kreideschichten niedergelegt wurden (nach Rørdam macht der Flint im Saltholmskalk oft $\frac{1}{5}$ der Schichtenfolge aus), mittelbar verursacht durch entsprechend große Mengen kieselsäureabscheidender Organismen, müssen als erklärungsbedürftige geologische Merkwürdigkeiten erscheinen, zumal wenn man die relativ große Horizontbeständigkeit der Feuersteinkreide bedenkt und wenn de Lapparent's Angabe allgemeine erdgeschichtliche Geltung besitzen soll, daß in vorzeitlichen Meeresfaunen die Gruppe kalkabscheidender Organismen und die Gruppe der Kieselsäurebildner sich hinsichtlich der Massenentwicklung gegenseitig nahezu ausschließen.

Abgesehen von diesen organischen Beziehungen gibt es auch für die Feuersteinbildung wichtige anorganische Beziehungen zwischen Kalk und Kieselsäure, wovon Gebhardt (1913) und Clarke (1916) einiges angedeutet haben, das weitere Diskussion erheischt (Kap. 9). Die Antwort auf die Frage, welche petrographischen und faunistischen Eigenarten eines Kreidesedimentes mit der Feuersteinführung gesetzmäßig zusammentreffen, und die verwandte Frage, warum stellenweis die Auflösung und Wiederausfällung der Schwammkieselsäure unterblieb, so daß z. B. bei Misburg-Hannover die Kreide wohlerhaltene Schwammskelette, aber keine Feuersteine enthält, sind nur wenig diskutiert worden; Irving (l. c.) erklärt das Ausbleiben der Feuersteinbildung aus dem Mangel an Alkalisilikaten im einstigen Meerwasser (!?). Eine andere Frage, die bisher selten behandelt wurde, betrifft die Möglichkeit mehrerer zeitlich getrennter Bildungsphasen vieler Feuersteine; A. Hennig (Geol. Fören. Förhandl. **21**. 1899) setzt dergleichen für Feuersteinschichten des „Limsten" im baltischen Danien voraus. Auch bei H. Hanssen sind solche Möglichkeiten, allerdings mehr zwischen den Zeilen, zu lesen.

Endlich kommen noch Fragen hinzu, die sich an die erste, vermutlich kolloidale Zustandsphase der meisten Feuersteine knüpfen, so die Fragen nach der Volumenverringerung (Innenschrumpfung), nach den Bänderungserscheinungen mancher Feuersteine usw., die hier nur gestreift werden sollen.

5. Das Material der Neuuntersuchung.

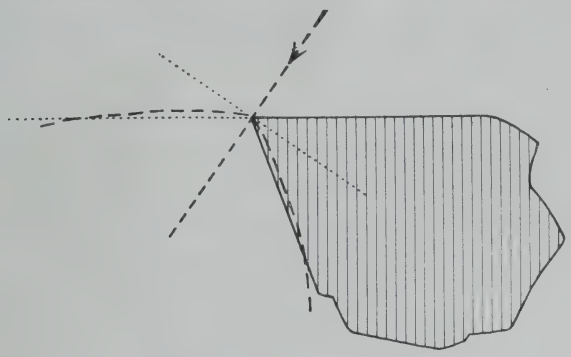
Das Material zu meinen nachfolgenden Studien wird von zahlreichen Feuersteinen gebildet — insbesondere von über 100 verschiedenen mikroskopierten Feuersteinknollen — aus mehreren Horizonten des europäischen Kreidemeeres und von zahlreichen Fundpunkten zwischen Nordfrankreich und Polen. Für ein genaueres Studium habe ich solche Feuersteine bevorzugt, die mir im Verdachte primärer Bildung zu stehen schienen, um zu deren Deutung und damit zur Deutung der gerade in ihnen enthaltenen reichlicheren organischen Beimengungen etwas beitragen zu können. Solche Feuersteine enthält das holsteinische Diluvium als Geschiebe in reichlicher Menge; aus baltischer Kreide stammende Geschiebefeuersteine bilden daher die Hauptmasse meines Untersuchungsmaterials.

6. Die Untersuchungsmethode.

Um die oben angeschnittenen Fragen der Lösung näherzubringen, schien mir die übliche Methode der Untersuchung von Dünnschliffen nicht auszureichen. Bei der Untersuchung sedimentärer Bildungen kommt man selbstverständlich nicht mit so wenigen Dünnschliffen aus wie bei der Untersuchung von Massengesteinen; E. Kalkowsky untersuchte seinerzeit für seine bekannte Rogenstein-Arbeit 300 Dünnschliffe. Gerade bei den Feuersteinen hatte sich gezeigt, zu welchen Irrwegen der Forschung falsche Verallgemeinerungen auf Grund einer geringen Zahl untersuchter Objekte führen; möglicherweise gelten die an irgend einer Feuersteinknolle erkannten Bildungsgesetze nur für eine ganz geringe Zahl in der Nachbarschaft gebildeter anderer Knollen. Die erforderlichen Mengen von Dünnschliffpräparaten hätten einen zu großen Zeit- und Kostenaufwand bedingt. Aber die Dünnschliffmethode, auf Sedimentgesteine angewandt, hat auch gewisse sachliche Nachteile: auf Grund ebener Schnittbilder kann man wohl mathematisch verhältnismäßig einfache Körper, wie Kristallindividuen der Massengesteine, rekonstruieren, aber weit schwieriger organische Einschlüsse der Sedimente, die im Schliff häufig verkannt oder überhaupt nicht als organisch erkannt werden. Der Schliff ist meist mit erheblichem Materialverlust verbunden, Serienschliffe lassen sich nicht von jedem sedimentären Material gewinnen.

Ich bin zu einer anscheinend primitiveren Methode der Herstellung mikroskopischer Präparate übergegangen, die gleichwohl außer noch zu erwähnenden sachlichen Vorzügen auch besonders bequem, billig und schnell zum Ziele führt: ich stelle mir Feuersteinscherben von ausreichend, ja oft unnötig geringer Dicke durch eine gleichsam steinzeitliche Schlagtechnik her[1]:

In untenstehender Aufrißskizze ist durch Schraffur ein Feuersteinbruchstück hervorgehoben, an welchem zwei Flächen, deren eine mindestens eine frische Bruchfläche sein muß, in einem Winkel von rund 70° zusammenstoßen. Ferner stellt



eine gestrichelte Linie einen sogenannten Schlagkegel axial geschnitten dar, dessen Achse, über die Kegelspitze hinaus verlängert, als Schlagrichtung aufzufassen ist. Der Schlagkegel selbst aber ist zum allergrößten Teil gleichsam virtuell, d. h. ihm gehört die abspringende dünne Feuersteinlamelle als kleines Mantelstück an, wenn der Hammer in der angedeuteten Richtung auf die Gesteinskante geführt wurde. Da der Schlagkegelwinkel hierbei eine Rolle spielt, sei bemerkt, daß es sich bei vollkommenen (reellen) Schlag-

[1] Vgl. hierzu L. Pfeiffer, Die steinzeitl. Technik und ihre Beziehungen zur Gegenwart. Festschr. z. 43. allg. Vers. d. Deutschen Anthropol. Ges. 1912. H. 1. p. 80. Abb. 38 und A. Möller, Illustr. Führer durch die vorgeschichtl. Abt. des Städt. Museums. Weimar 1912. p. 25. Abb. 13 (hier ist fälschlich die Schlagrichtung unsymmetrisch zum Schlagkegel gezeichnet). Die beiden wichtigsten Abbildungen sind wieder abgedruckt in K. Weule, Die Anfänge der Naturbeherrschung. I. Frühformen der Mechanik. Kosmosbeilage. 1921. p. 19. Abb. 9 u. 10.

kegeln, wie sie durch senkrechten Aufschlag mitten auf ein Stück Gesteinsoberfläche erzeugt werden, genau genommen gar nicht um eine kegelförmige Sprungfläche, sondern um eine doppelt gekrümmte Fläche handelt. Diese besitzt keine Spitze in mathematischem Sinn, sondern der Sprung geht konzentrisch von einer größeren oder kleineren Aufschlagfläche, der Druckfläche der Festigkeitstheoretiker, aus und nimmt nach dem Gesteinsinnern zu an Steilheit etwas zu. Eine genaue Winkelmessung ist also schon an einem einzelnen Schlagkegel unmöglich. Außerdem fallen die Kegel unter verschieden harten Schlägen auf ein und dasselbe Feuersteinstück verschieden steil aus; 112,5° und 120° wurden an benachbarten Schlagkegeln gemessen. Als extreme Werte fand ich 97,5° und 125°. Wenn etwa 110° als ein Mittelwert für reinen Feuerstein bezeichnet werden kann, so spiegeln sich in dieser Zahl gewisse Kohäsionseigenschaften des Materiales wider, wie denn z. B. Glas unter ähnlichen Versuchsbedingungen flachere und vielleicht etwas weniger ausgedehnte Schlagkegel liefert. Angesichts der soeben angedeuteten physikalischen Verhältnisse (der zentralen Druckfläche und der variierenden Kegelwinkel) ist es verständlich, daß zur Herstellung guter (genügend großer) Schlagkegel das Schlaginstrument nicht zu spitz, sondern ein — am liebsten etwas abgerundeter — Hammerkopf sein muß.

Für die Gewinnung unserer Feuersteinlamellen sind praktisch nur der Kantenwinkel des Feuersteinstückes und der Neigungswinkel der Schlagrichtung zu beachten, ferner hat es sich bewährt, einen möglichst kleinen, leichten Hammer — mit ca. 25 cm Stiellänge — zu benutzen. Indem man das Instrument scharf auf die Gesteinskante richtet, reißt man die Lamellen mehr ab, als daß man sie abdrückt.

In dieser Methode, die auch für andere Materialien von ähnlicher Homogenität wie Feuerstein Anwendung finden kann, erreicht man sehr bald die nötige Übung. Die Planparallelität der Dünnschlifflamellen kann gern entbehrt werden, wo es nicht auf optische Bestimmung unbekannter Kristallindividuen ankommt. Für unsere Zwecke ist es geradezu erwünscht, verschieden dicke Stellen ein und

desselben Präparates nebeneinander zu haben, z. B. um die färbende Wirkung der Pigmente bei verschiedener Präparatendicke beobachten zu können, vor allem aber zeigt es sich, daß die Absonderungsfläche unserer Schlagkegellamellen um gewisse, insbesondere organische Einschlüsse herum oft gewölbt ausfällt, so daß eben diese Einschlüsse nicht zerschnitten, sondern (bei geeigneter Kleinheit) in voller Körperlichkeit zur Beobachtung kommen.

Da ich von den über 100 mikroskopisch untersuchten Feuersteinknollen durchschnittlich je 10 Scherben von der Durchschnittsausdehnung der üblichen Dünnschlifflamellen untersuchte, ist mein Beobachtungsmaterial umfangreicher, als selbst dasjenige für die genannten sedimentpetrographischen Untersuchungen Kalkowsky's.

Diese neue Methode ermöglicht auch, was die Dünnschliffmethode nicht zuläßt, die natürliche Oberfläche von Feuersteinknollen mikroskopisch zu untersuchen, um die interessanten Erscheinungen der Verwitterung (Patinierung) des Feuersteins und die stattgehabte mechanische Beanspruchung von Feuersteingeröllen etc. zu studieren; dabei werden die oberflächlich abgetrennten Scherben vorher von den anhaftenden Kreideflitterchen durch Salzsäure befreit.

Die mikroskopische Betrachtung geschieht zweckmäßig nach Einbettung nicht in Kanadabalsam, in welchem der Chalcedon seiner Lichtbrechung wegen fast verschwindet, sondern in einer Flüssigkeit von niederem Brechungsexponenten. Der Reinlichkeit wegen empfiehlt sich Alkohol. Die Untersuchung der Scherben in einem Schälchen mit Alkohol hat noch den Vorteil, daß eine Feuersteinscherbe umgewandt werden kann, falls die erste Betrachtung ergibt, daß sich ein interessanter Einschluß an oder nahe der dem Objekt abgekehrten Oberfläche der Scherbe befindet. Bei Anwendung stärkerer Vergrößerung empfiehlt es sich, die Scherbchen in ein helles, am besten ätherisches Öl, z. B. Pfefferminzöl, zu legen, in das man das Objektiv, wie beim Immersionsverfahren, einsenkt. Die Aufbewahrung der Splitter kann dadurch sehr sauber und unter größter Platzersparnis bewirkt werden, daß man sie in sogenannte Foraminiferengläschen steckt, die sich wegen ihrer flachen Form besonders eignen.

7. Die organische Substanz als charakteristischer Übergemengteil.

Bei meiner schon erwähnten Untersuchung des von Bohrwürmern besiedelten cretacischen Treibholzes (1913) erschienen mir die durch Kieselgel-Imprägnierung erhaltenen Weichteilreste als ein Fall von ausnahmsweise günstigen Erhaltungsbedingungen. Da es sich um ein eiszeitlich verfrachtetes feuersteinartiges Vorkommen handelte, lag der Gedanke nahe, in Feuersteinen von bekannter Herkunft nach ähnlichen Resten zu suchen. Die Erhaltungsweise von Treibhölzern in den Feuersteinen des Lägerdorfer Senons ermunterte (l. c.) nicht zu weiterem Suchen. Dennoch steht heute nach der Betrachtung vieler Hunderter von Feuersteinscherben verschiedenster, namentlich baltischer Herkunft der ersterwähnte Fall keineswegs mehr so allein, und die organischen Einschlüsse überhaupt erlangen allgemein diagnostischen Wert!

Das braune Pigment, das für Feuersteine im eigentlichen, zweckmäßig beschränkten Sinne so charakteristisch ist, liegt keineswegs vorherrschend in Form einer diluten Durchtränkung vor, sondern in Form von Anhäufungen, die meistens organische Gestaltung verraten. Dies Verhalten ist insofern nicht völlig unerkannt geblieben, als Ehrenberg schon 1836 zwei Arten von Peridineen aus Feuersteingeschieben beschrieben hat (Abhandl. Berl. Akad. p. 110. Taf. I, sowie Mikrogeologie. 1854. Taf. 37), und zwar zusammen mit seinen später noch zu besprechenden Xanthidien. Aber diese Funde von Zellulosemembranen von Flagellaten, die nach meinen Erfahrungen gar keine Seltenheiten sind, haben fast nur in einigen außerdeutschen Lehrbüchern Berücksichtigung gefunden. Die Häufigkeit geformter organischer Substanz wurde übersehen, obschon seit L. von Buch immer wieder auf die Bedeutung der organischen Beimengungen im Feuerstein hingewiesen worden ist, und obwohl die Kalk- und Kieselskelette mariner Organismen eifrig im Feuerstein aufgesucht wurden.

Die uns hier interessierenden rein organischen Reste (im engeren Sinne) werden im paläontologischen Teil dieser Studie in zoologischer und botanischer Hinsicht zu deuten sein, zu-

nächst handelt es sich hier um ihre Mineralnatur [1]. Die Farbe der betreffenden Einschlüsse — vgl. die farbigen Mikrophotographien in meiner mehrfach zitierten Arbeit — umfaßt eine Reihe benachbarter Töne von einem ins Grüne spielenden Gelb über Gelbbraun, Sepia, Sattbraun bis Schwarzbraun, nur selten auch den Farbton kohligen Pigmentes. Einschlüsse, die pflanzlichen Ursprungs sind (Zellulosederivate), zeigen meist ein satteres Braun als solche, die einstigen Tierkörpern zuzurechnen sind. Noch einen weiteren Unterschied zwischen Derivaten der zweierlei Art von Organismen hob ich seinerzeit hervor: die konservierten Überreste tierischer Weichteile besitzen eine körnige oder feintropfige Struktur, während die fossilisierten pflanzlichen Membranen relativ homogen erscheinen. Das letztere gilt, wie mein neues Material lehrt, allerdings auch für die chitinigen Skelettelemente von Meerestieren, mithin für cuticularisierte Membranen überhaupt. Genauere Aufschlüsse über das Wesen der fossilisierten Verwesungsprodukte — denn das sind diese Reste auch im günstigsten Falle — liefern einige einfache Proben physikalischer und chemischer Art.

So gab ich seinerzeit schon die Temperatur an, bei welcher sich die organischen, im Dünnschliff oder in der Scherbe enthaltenen Stoffe verflüchtigen, 190—260° für verkieseltes Holz, während die fossilen tierischen Gewebsreste unterhalb 460° keine wesentliche Veränderung durch Erhitzen erlitten. Daß ein verschiedenes physikalisches Verhalten der Fossilisationsprodukte der Verschiedenheit der Ausgangsstoffe entspräche, veranschaulichten mir seinerzeit zwei passend ausgesuchte Elementaranalysen rezenter Organismenkörper, wobei der Stickstoffreichtum und die Sauerstoffarmut des tierischen Körpers gegenüber dem pflanzlichen den Hauptunterschied darstellen. Daß beim Glühen in Sauerstoff-

[1] Es muß hinzugefügt werden, daß außer den geformten organischen Einschlüssen von u. d. M. brauner Färbung sehr vielfach auch dilut braun gefärbte „Wolken", „Schlieren" oder „Bänder" zu beobachten sind, die als verkieselte organische Zersetzungsflüssigkeiten schon nach dem mikroskopischen Bilde, d. h. vor allem nach ihrem Zusammenhang mit noch erkennbaren organischen Gestalten, zu deuten sind, und daß naturgemäß die Verkieselung die organischen Massen in ganz verschiedenem Zersetzungsgrade ergriffen hat.

atmosphäre alle organische Färbung des Feuersteins verschwindet, ist schon lange bekannt, ebenso, daß man die organischen Beimengungen durch Auflösung des Feuersteins in Flußsäure als Flocken isolieren kann (K. Rørdam, Danm. geol. unders. II R. 6. 1897).

Folgende Beobachtungen ergänzen das Bisherige, namentlich hinsichtlich der tierischen Reste, die in den Feuersteinen bei weitem überwiegen: Wenn man Scherben eines bitumenreichen Feuersteines bis zu eben beginnender Rotglut erhitzt und schnell unter die Nase führt, bemerkt man einen brenzlichen Geruch, der halb an Asphalt, halb an angesengten Gummi erinnert. Das läßt, wie alles andere, auf Substanzen schließen, die sich sozusagen mitten auf dem Wege zum Endstadium der Inkohlung befinden, aber von den Ausgangsstoffen chemisch bereits erheblich verschieden sind (rezente tierische Hornsubstanz verkohlt unter Abgabe riechender gasförmiger Produkte bereits unterhalb 200°, wie A. Johnsen (l. c.) auf Grund einfacher Proben angibt). Der soeben erwähnte brenzliche Geruch des glühenden Feuersteins ist selbst bei relativ stark bituminösen Stücken nur schwach und schnell vergänglich, deshalb bleibt auch Johnsen's Angabe (l. c.) zu Recht bestehen, daß der sengerige Geruch, der beim Aneinanderschlagen von Flintstücken auftritt, von den Epidermisschüppchen herrührt, die beim Anfassen der Feuersteinstücke von den Handflächen abgeschabt und an ersteren haften geblieben sind. Schließt man diese Verunreinigung der Feuersteinoberflächen aus, so erhält man beim Schlagen auch der stark bituminösen Feuersteine keinen deutlichen Geruch; der Bitumengehalt ist doch wohl zu gering, als daß die durch Absplittern freiwerdenden und sich erhitzenden Teilchen durch den Geruch wahrnehmbare Gasmengen entwickeln können.

Meine früheren Angaben über das Verhalten organischer Einschlüsse beim Erhitzen kann ich auf Grund abgeänderter Versuchsmethoden ergänzen und etwas berichtigen: Feuersteinscherben, welche auf ihren Gehalt an geformten und nichtgeformten organischen Einschlüssen zunächst mikroskopisch geprüft waren, wurden der Dauerwirkung bestimmter Temperaturen unterworfen, unter Anwendung von Heiz-

flüssigkeiten, in welche lange, unten geschlossene Glasröhren, mit den Scherben beschickt, hinreichend tief eintauchten. Es ergab sich, daß eine 80 Minuten dauernde Temperaturerhöhung auf 250° erst bei wenigen organischen Einschlüssen (Feuerstein No. 85) eine Veränderung bewirkte, nämlich eine Umfärbung sattbrauner Farbtöne in dunkles Gelbbraun. Eine während 90 Minuten einwirkende Heiztemperatur von 280 bis 290° bewirkte bei einer Scherbe des Feuersteins No. 95 eine Umfärbung von Gelbbraun in fast Sepiaton. Ganz unverkennbare und ziemlich allgemeine Verfärbungen bewirkte die Temperatur des kochenden Schwefels, 448°; so wurden in 45 Minuten grüngelbe und grüngelbbraune organische Einschlüsse des Feuersteins No. 90 tiefsepia gefärbt und in 35 Minuten ein gelber Pigmentfleck des Feuersteins No. 80 sattbraun, während ursprünglich sattbraun erscheinende Massen eines tierischen Kadavers im Präparat No. 85 b Sepiafarbe annahmen. Eine nur 30 Minuten dauernde Einwirkung derselben Temperatur genügte, um grüngelbbraune organische Massen von Feuerstein No. 79 sattbraun oder sepiafarben umzufärben, andere Präparate von Gelb in Hellsepia, von Gelbbraun in Reinsepia und von Tiefbraun in Schwarz. Der Farbwechsel war im einzelnen also verschieden groß, jedenfalls entsprechend der verschiedenen chemischen Natur der einzelnen organischen Einschlüsse. Das eben erwähnte Präparat von Feuerstein No. 90 wurde nach der Erhitzung im Schwefelbad noch bis auf schwache Rotglut unter dem Erhitzungsmikroskop erhitzt; dabei fand kaum eine weitere Nachdunkelung statt. Durch stärkeres Glühen anderer Präparate, Feuerstein No. 85 und 100, wurde eine weitergehende Verkohlung (Schwärzung) erreicht.

Mit diesen künstlichen Veränderungen der organischen Einschlüsse stehen physikalisch-chemische Veränderungen im Einklang, welche der Feuerstein in der Natur erleidet gelegentlich der Bildung einer Verwitterungsrinde an freiliegenden Knollen. Das makroskopisch deutliche periphere Ausbleichen der Feuersteine, ein Komplex verschiedener Einzelprozesse, beruht wohl nur zum kleineren Teil auf Oxydation der organischen Beimengungen; aber mikroskopisch beobachtete ich gelegentlich eine Grau-

färbung der organischen Substanz im Bereich der Rindenzone eines Feuersteins.

Auch mit chemischen Mitteln kann man Veränderungen der organischen Einschlüsse in Feuersteinscherben bewirken:

Konzentrierte Schwefelsäure verkohlt die organischen Einschlüsse sowohl bei Dauerversuchen ohne Temperaturerhöhung, als auch unter kurzfristiger Einwirkung im kochenden Zustande (317°). Ein Scherbenpräparat von Feuerstein No. 88 färbte sich unter Einwirkung kalter konzentrierter Schwefelsäure innerhalb 2 Wochen in der Weise um, daß seine verschiedenen braun getönten organischen Einschlüsse, auch die ins Grüngelbliche spielenden, durchweg Sepiafarbe annahmen; nach vier weiteren Wochen war diese zum Teil in Schwarz übergegangen. In kochender Schwefelsäure genügten fünf Minuten, um in einer Scherbe von Feuerstein No. 87 die organischen Einschlüsse von Grüngelbbraun in Tiefsepia umzufärben. Ursprünglich sattbraune organische Pigmentwolken in einer Scherbe von Feuerstein No. 85 wurden unter 17 Minuten langem Kochen in Schwefelsäure ebenfalls in Sepia umgefärbt.

Mit der Bleichflüssigkeit, die zum Aufhellen kohlehaltiger Präparate benutzt zu werden pflegt (Salpetersäure + Kaliumchlorat in konzentrierter Lösung), wurden ebenfalls Dauerversuche angestellt, freilich ohne deutliche Veränderungen zu erzielen. Eine $4\frac{1}{4}$tägige Einwirkung auf Präparat No. 94 verfärbte grüngelbbraune organische Einschlüsse ein wenig in Richtung auf Gelbbraun bis Sattbraun; nach vier weiteren Wochen wurde keine wesentliche Änderung, also auch keine Aufhellung mehr beobachtet. Versuche mit verdünnter Lösung von Wasserstoffsuperoxyd führten auch in fünf Wochen zu keinem Erfolg.

Die genaue Ermittlung der chemischen Natur dieser mikroskopisch erkennbaren organischen Substanzen muß einem organischen Chemiker überlassen bleiben; man denkt natürlich zunächst an Verbindungen ähnlich dem Teer oder auch dem Grünöl (= Anthrazenöl, Siedepunkt 270–400°). In unserem Zusammenhange genüge es, andere Deutungsmöglichkeiten der betreffenden Pigmente, etwa als Kohle im

engeren Sinne oder als die Organismenreste pseudomorphosierende Limonithäutchen, ausgeschlossen zu haben.

Mittelbar hängt mit den organischen Einschlüssen auch der Gehalt der Feuersteinknollen an Schwefeleisen zusammen. Schon 1913 (l. c.) erwähnte ich die sehr kleinen Erzkügelchen in jenem verkieselten Kreideholz, die als nicht näher bestimmte Modifikation von Schwefeleisen angesprochen wurden und, wie beiläufig bemerkt, u. d. M., unscharf eingestellt, charakteristische Beugungserscheinungen des Lichtes hervorrufen. Sie kommen nun in vielen Feuersteinen vor, neben ihnen allerdings auch deutliche Kriställchen derselben Größenordnung und selten ein ganz feiner, wolkig verteilter Erzstaub. Reichlicher Erzgehalt erzeugt übrigens eine ins Blaugrüne spielende Farbe des Feuersteins, die von dem Schwarzbraun der bituminösen Feuersteine deutlich unterschieden ist. Beide Pigmentarten schließen einander bis zu gewissem Grade aus, wenigstens insofern, als Feuersteinpartien, in welchen relativ gut erhaltene organische Reste eingeschlossen sind, in der Regel erzfrei sind, während Schwefeleisen da vorherrscht, wo dem Anschein nach die organische Substanz schon frühzeitig mehr oder weniger vollständig abgebaut war. So sind die Kieselschwammskelette, genauer deren Lösungsüberreste, meist in auffallend hellen (pigmentfreien) Chalcedon eingehüllt, welche „gereinigten" Chalcedonhöfe allerdings nur geringe Breite besitzen. Im Innern der so umrahmten Skelettelemente, oder auch unmittelbar auf ihrer Oberfläche, finden sich dann aber zahllose Erzkügelchen aneinandergereiht. Da die Schwammkieselsäure auch restlos weggelöst sein kann, sind manchmal nur die Erzfüllungen oder Erzmäntel der Schwammnadeln übrig, die im ersteren Falle getreue Bilder der Achsenkanäle der Kieselnadeln vorstellen, ohne daß die Chalcedonmasse des Feuersteins noch irgendwie das einstige Vorhandensein von Kieselskeletten verrät (Taf. I Fig. 1). Von derartigen Pseudomorphosen ist schon bei H. Hanssen (1901 l. c.) die Rede. Seine Angaben ergänzte ich 1913 (l. c.) durch die Bemerkung, daß, nach den Verwitterungserscheinungen der vererzten Schwämme zu schließen, als Modifikationen sowohl Pyrit wie Markasit vorkommen. Nach der Kugelform der Erzausscheidungen zu

schließen, hat vielleicht Melnikowit als ursprünglichste Ausscheidung vorgelegen, die schon in noch relativ frischem, nachgiebigen Kieselsäuregel aufgetreten sein dürfte [1].

Zeitlich getrennt von dieser frühzeitigen, nicht sehr umfangreichen Schwefeleisenbildung im Innern der Feuersteine ist die Bildung der in makroskopischen Dimensionen auftretenden, radialstrahlig gebauten Kiesmassen, die manchen Knollen aufsitzen oder in ihrer äußersten Rinde wurzeln.

Man hat den Eindruck, daß die zuvor erwähnten ersten Erzausscheidungen von mikroskopischen Dimensionen in der Kieselgallerte an Orten stattgefunden habe, wo relativ intensive Diffusionsvorgänge möglich gewesen sind, weil etwa die Skelettstruktur der Schwämme Diffusionsbahnen eröffnete, während organische, die Diffusion vielleicht hemmende Massen frühzeitig verschwanden bezw. überhaupt fehlten.

8. Die paläontologischen Befunde.

Der Bericht über die aus organischen Substanzen bestehenden Organismenreste im Feuerstein möge, nachdem die positiven Befunde in den voraufgehenden Kapiteln bereits verschiedentlich angedeutet wurden, mit zwei negativen Untersuchungsergebnissen beginnen: Die Bildungen, die Richters als in Feuerstein abgedrückte Hydroidpolypen deutete und unter dem Namen *Kristinella monilifera* n. g. n. sp. beschrieb (Zool. Anz. **41**. 1913), sind, wie ich an mehreren ganz entsprechenden Funden nachprüfen konnte, nicht organischer Herkunft. In diesem Fall scheint sich mir die Überlegenheit meiner neuen Präpariermethode gegenüber der Dünnschliffmethode zu erweisen. Der seinerzeit von mir hergestellte Dünnschliff, der dem Richters'schen Deutungsversuche zugrunde gelegen hat, vermittelte keine körperliche Anschauung und keine richtige Vorstellung davon, wie sich die an der Oberfläche beobachtete Struktur im Innern des Feuersteinkörpers verhält. Die manchmal wirr, manchmal reihenförmig

[1] Das Kieler Feuersteingeschiebe No. 7 stellt insofern einen Sonderfall der Erzführung dar, als hier eine erzreiche Partie die innere Umrahmung einer hohlen Chalcedondruse auszeichnet, wobei das grünlich durchschimmernde sulfidische Erz des Innern nach der traubigen Drusenoberfläche zu in rotes Eisenoxyd umgewandelt ist.

angeordneten Ringe und Bogenlinien sind höchstwahrscheinlich Spuren alter Sprünge, mehr oder weniger unvollständige Schlagkegel, längs welchen sich die Verwitterung (Entglasung) im Gestein ausgebreitet hat. U. d. M. erkennt man außerdem netzförmige Systeme feinster Verwitterungsfugen, alles ohne tieferes Eindringen ins Innere des Gesteins und ohne irgend welche Verkieselungsreste organischer Substanz. Es müßte nunmehr insbesondere den Glazialgeologen interessieren, die Art der Beanspruchung ausfindig zu machen, welche zu dieser Oberflächenstruktur, insbesondere zu der merkwürdigen Reihenbildung von Schlagkegeln, geführt hat. — Zum anderen ist es nichts mit der Konservierung von Quallen im Feuerstein, wie solche nach dem Wortlaut alter Sammlungsetiketten, auch wohl älterer Literaturstellen, angenommen worden ist; in den Fällen, die ich nachprüfen konnte, handelt es sich meist um undeutliche Schwammreste.

Der Zufall will es nun aber, daß unter meinem Scherbenmaterial Gebilde von tiefbrauner Farbe enthalten sind (Feuersteine No. 45, 69, 105), die recht wohl Teile von Hydroidpolypen sein können, fossilisierte Chitinröhren und -kapseln, die sogar denjenigen Polypen nicht unähnlich sind, welche Richters (l. c.) als rezente Analoga zu seinen vermeintlichen Fossilien abbildet *(Campanulina)*. Eine solche Campanulariide mit geringeltem Polyparstiel könnte in Präparat No. 45 erhalten sein, während in No. 105 vielleicht eine zweireihige Sertulariide und außerdem eine einreihige Plumaliriide wiedererkannt werden kann[1].

Unter den mir vorliegenden Peridineen befinden sich nicht die beiden Kreidearten Ehrenberg's (l. c.), sondern Formen, die etwa an die rezenten *Peridinea conicum* (Taf. II Fig. 6), *crassipes*, *pedunculatum* und *tabulatum*, oder auch an

[1] Wenn in diesem Kapitel Fundortsangaben der erwähnenswerten Feuersteinstücke meist fehlen, so hat das seinen Grund darin, daß die meisten paläontologisch auffälligen Einschlüsse in baltischen Kreidegeschieben beobachtet wurden; die zur Untersuchung ausgewählten Feuersteine aus anstehender Kreide enthielten meist nur die gewöhnlicheren, weil widerstandsfähigeren Reste. Durch verhältnismäßig günstige Erhaltungsweise der organischen Einschlüsse fiel ein Feuerstein aus dem (?) Untersenon von Ligny, Gegend von St. Quentin, auf.

Blepharocysta splendor maris und *Podolampas palmipes* erinnern. Bisher fanden sich mindestens acht guterhaltene Individuen, deren nähere Untersuchung etwa lohnen würde.

Was die Xanthidien Ehrenberg's betrifft, so ist zunächst der Gattungsname auf dreierlei ganz verschiedene Organismengruppen angewandt worden, wie H. Lohmann (Planktonexpedition IV. N.) festgestellt hat, und zu beschränken auf gewisse Desmidiaceen des Süßwassers. Die Kreidexanthidien hält Lohmann für Eier, daher seine Bezeichnung *Ova hispida;* aus *Ovum hispidum hystrix* züchtete er nämlich Copepodenlarven. Am häufigsten liegen mir von den Ehrenberg'schen Arten *O. hispidum (Xanthidium) ramosum* (Taf. I Fig. 4) und *bifurcatum* vor, die übrigens dem rezenten *O. hispidum gigas* Lohmann sehr ähnlich sehen. Ihre Häufigkeit beruht offenbar auf besonders großer Haltbarkeit, auch beim Schlemmen von Schreibkreide hat man sie selten gefunden [1]. Es hat den Anschein, als ob ihre Hülle bald mehr, bald weniger Kieselsäure eingelagert enthält, denn manchmal sind die verzweigten Stacheln ganz steif, manchmal sind sie in verbogenem Zustande fossilisiert. Diese Art der Panzerung würde es allerdings unwahrscheinlich machen, daß *O. hispidum ramosum* Ehb. und *bifurcatum* Ehb. Copepodeneier sind; aber um Eier oder Dauercysten dürfte es sich jedenfalls handeln, da sie, wie die vielen anderen sogleich zu erwähnenden chitinigen Hüllen sehr häufig in charakteristischer Weise aufgerissen daliegen (Taf. II Fig. 5), wie von Embryonen erbrochene und verlassene Schalen [2].

Die übrigen *Ova hispida* scheinen dagegen nach Farbe und Erhaltungszustand rein chitiniger Natur zu sein, und hier finden wir eine Reihe durch Größe und Stachelungstyp voneinander verschiedener Formen vor, von welchen Ehrenberg eine, *Ovum hispidum (Xanthidium) hirsutum,* kannte. Ich möchte die zahllosen mir vorliegenden Eier mit folgenden rezenten, von Lohmann beschriebenen, vergleichen: *O. hispidum*

[1] Ziemlich häufig scheinen sie nach meinem Befund in der kieselsäurereichen Phosphatkreide von Ciply b. Mons zu sein.

[2] Ehrenberg (l. c.) bildet einen solchen Fall ab, denkt dabei aber an „Selbstteilung".

Clevei, *multispinosum*, *stellare*, *nationale* und *hystrix*. Somit dürften wohl Copepodeneier als fossil nachgewiesen gelten.

Außer den *Ova hispida* findet man nun auch viele glatte (stachellose) Eihüllen (Taf. I Fig. 1), und die Häufigkeit dieser ganzen Gruppe von Organismenresten führt dazu, den Feuersteininhalt mit rezenten Bodenproben zu vergleichen, wie sie Apstein (Sitz.-Ber. Ges. Naturforsch. Freunde. Berlin 1916) aus der Muddzone der Ostsee unterhalb — 100 m Bodentiefe gewann und abgebildet hat. Darin sind Eihüllen von derselben Größenordnung häufig. Von allgemeinem paläontologischen Interesse ist es, die Eier aus unserem Kreidefeuerstein mit denjenigen zu vergleichen, die White 1862 unter dem Ehrenberg'schen Namen *Xanthidium* aus dem jüngeren Paläozoicum des Staates New York beschrieb. Letztere sind nämlich bereits richtige *Ova hispida*, aber, wenn Zeichnungen und Maßstab genau sind, von meist deutlich geringerer Größe als die Durchschnittsmaße der cretacischen Eier.

Bisher nicht beobachtet, aber auch nach meinen Funden nicht sicher deutbar sind traubige Anhäufungen von eiartigen Gebilden, welche den Eierpaketen von Copepoden schon deswegen ähnlich sehen, weil in jeder Kugel ein tiefbrauner Fleck sichtbar ist. Es braucht hier aber nicht unbedingt eine fossilisierte Kernsubstanz angenommen zu werden, sondern es liegt vielleicht eine Kontraktionserscheinung des organischen Inhaltes vor.

Weisen nun diese Eier oder mindestens ein Teil von ihnen auf eine recht reichliche Entwicklung der Gliedertierfauna im Kreidemeere hin, so sind doch die chitinigen Reste entwickelter Arthropoden nicht entsprechend häufig[1]. Außer zwei unsicher deutbaren Formen in Präparat No. 29 aus Lägerdorfer Quadratenkreide, die *Nauplius*-Larven gewesen sein könnten, liegen mir nur Teile von Gliedertiermembranen (Taf. II Fig. 7), meist Extremitätenstücke,

[1] Dabei bemerkt Apstein (l. c.), daß chitinige Skeletteile von Krebsen und insbesondere, daß Copepoden und auch Epidermisfetzen von Muscheln relativ lange der Fäulnis widerstehen und daher im Bodenschlamm eine größere Rolle spielen.

vor, die eine Bestimmung kaum zulassen, obwohl in einzelnen Fällen z. B. Details der Bewimperung erhalten sind.

Bei der Häufigkeit der verschiedensten Chitinbildungen kann es nicht auffallen, daß auch gewisse hakenförmige oder hohlkegelige Chitinstücke gefunden wurden, welche lebhaft an die Greifhaken von Pfeilwürmern *(Sagitta, Krohnia)* erinnern. Eine Reihe kammähnlich gezackter Chitinkörper könnte man als Kiefer von Borstenwürmern deuten, ebenso wie der meinen Funden einigermaßen ähnliche *Prioniodus elegans* Pand. aus dem Cambrium von Petersburg als solcher aufgefaßt wird[1]. Meine Kammzähne passen freilich wenig zu den mir zugänglich gewesenen Abbildungen rezenter Wurmkiefer. Eher läßt sich ein anderes, kurzzackiges Gebilde mit dem rezenten *Lumbriconereis capensis* Grube vergleichen. Schmalere und mehr sägeblattartige Chitinstückchen könnte man als Radulateile von Schnecken deuten.

Gewisse Membranen müssen auf Bryozoen, und zwar auf solche mit hornigem, nicht verkalktem Skelett bezogen werden.

Fraglich ist die Deutung schlauchförmiger Strukturen als Hornfasern von Schwämmen. Endlich muß es dahingestellt bleiben, ob gewisse gekammerte Membrankugeln mit regelmäßig polygonal geteilter Oberfläche Analoga sind zu der problematischen, wohl pflanzlichen *Pterosphaera* des rezenten Planktons (s. Lohmann l. c.), oder auch zu ebenfalls fraglichen rezenten Chlorophyceenformen wie *Pediastrum.*

Es könnten nun noch viele organische Strukturen beschreibend aufgezählt werden, ohne daß eine andere Aussage darüber gewagt werden dürfte als die, daß es sich um cuticulare Gebilde von Tieren handelt. Außerdem sind hier und dort aber eigentliche Weichteilreste zu beobachten, jedesmal mit der schon erwähnten körnigen Struktur. Ganze Kadaver liegen in dieser Weise als noch ziemlich zusammen-

---

[1] Meinen Funden noch ähnlichere Conodonten bildet neuerdings W. L. Bryant als *Prioniodus spicatus* Hinde und als *Centrodus princeps* Hinde aus den paläozoischen Genesee-Schichten ab (Bull. Buffalo Soc. of nat. Sc. 13. 1921) unter Bevorzugung ihrer Deutung als Skelettelemente primitiver Fische.

hängende Massen mit Weichteilstruktur vor, die infolge ihres starken Zersetzungsgrades zwar paläontologisch wertlos sind, aber um so mehr Berücksichtigung verdienen bei der Beurteilung der Entstehungszeit der betreffenden Feuersteine. Von solchen Resten aus ist es nur noch ein Schritt bis zu völlig strukturlosen organischen Abbauprodukten, die als „Wolken", „Fladen" oder schlierige Lagen von brauner Farbe den Feuerstein durchziehen, recht eigentlich eine fossil gewordene Jauche. Davon verschieden sind schließlich noch besonders deutlich zusammengeballte organische Massen recht heterogener Zusammensetzung, innerhalb welcher auch anorganische Körper eingesprengt sein können, sie machen ganz den Eindruck von fossilem Tierkot, wie ich ihn 1913 (l. c.) auch schon verkieselt vorfand.

Es wurde schon erwähnt, daß bisweilen ein besserer Erhaltungszustand, Zellen mit scheinbar erhaltenen Kernen, nur vorgetäuscht werde. So nehme ich auch in dem häufigen Falle, daß Foraminiferengehäuse mit brauner organischer Masse erfüllt sind, nicht eine Fossilisierung der ursprünglichen Sarkode an, sondern eine nachträgliche Konzentration von in Lösung gegangener organischer Substanz. (Dabei kann der Kalk der Foraminiferenschale verschwunden und nur die organische Grundlage des Kalkskelettes zurückgeblieben sein, so daß man den Eindruck eines bituminösen Steinkernes einer Foraminifere — Taf. II Fig. 5 — erhält.) Man findet aber auch Foraminiferen, die nicht nur organisch gefüllt sind, sondern auch eine äußere, weniger dichte Hülle von in Lösung gegangener organischer Substanz besitzen. In einem Falle enthielt auch das Kalkskelett einer Bryozoe im Innern organische Residuen in Gestalt kleiner brauner Tröpfchen.

Alles in allem enthalten diese Feuersteine reichere Spuren marinen Tierlebens als die meisten anderen Sedimente, die nur dank ihrer Feinkörnigkeit und raschen Sedimentation günstige Erhaltungsbedingungen darbieten. Wenn hier trotzdem auf Einzelbeschreibungen und eine größere Reihe von Abbildungen verzichtet wird, so geschieht das in der Erwägung, daß die bisherige Durchmusterung der Feuersteine mehr orientierend war, die Funde daher etwa den Charakter

einer ersten unsystematischen Ausbeute einer neuen Fundschicht tragen. Ich würde es für richtig halten, wenn künftig bei jeder gegebenen Gelegenheit die hier aufgezeigte Erkenntnisquelle benützt würde und wenn erst auf Grund weiteren systematisch gesammelten Materials die am besten erhaltenen und paläontologisch wertvollsten Objekte zusammengestellt und im einzelnen beschrieben würden.

Vom paläontologischen Standpunkte aus kommt auch in Betracht, was in diesem Zusammenhange übergangen werden muß, daß auch mineralische Hartteile der Mikrofauna in unseren Feuersteinscherben vielfach besonders schön zu studieren sind, meist besser als in Schlemmpräparaten der Schreibkreide. Um von der Mannigfaltigkeit der cretacischen Foraminiferenfauna einen Eindruck zu gewinnen, ist nichts bequemer, als die Durchmusterung einer Reihe von Feuersteinscherben. Auch die Erhaltungsweise der Foraminiferen ist recht mannigfaltig (völlig erhaltene Kalkschalen, verkieselte und ganz mit Kieselsäure erfüllte Schalen — solche treten im Präparat besonders plastisch hervor, da sie, wie Reis [l. c. p. 40] erklärt, in der Regel besonders opalreichen Chalcedon als Füllung besitzen und im auffallenden Licht wie zarte Milchglasfiguren erscheinen — und die schon erwähnten organischen Steinkerne; durch Kalkauslaugung entstanden auch ganz durchsichtige „natürliche Präparate", welche die Porenstruktur sehr gut zeigen).

Ferner tritt der Fischreichtum der oberen Kreide beim Studium der Feuersteinscherben ins rechte Licht. Fischschuppen und -knöchelchen bilden mit die häufigsten organischen Einschlüsse. Auch hier ist die gute Erhaltungsweise bemerkenswert, die sonst so häufige und störende Umkristallisation phosphathaltiger Skelettsubstanz tritt im Feuerstein zurück; die Schuppen zeigen daher deutlich ihre Zuwachsringe und die knöchernen Teile gelegentlich die Osteoblastenstruktur (Taf. I Fig. 2). Auch eine sekundäre Struktur wurde verschiedentlich beobachtet, die durch Besiedelung der Knochenstückchen seitens der Schmarotzeralge (?) *Ostracoblabe* (Taf. I Fig. 3) erzeugt werden soll (vgl. Abb. 27 in Seward's paläobotanischem Lehrbuch, nach Rose, Trans. Mikr. Soc. **3**. 1855).

9. Neu sich eröffnende genetische und geologische Zusammenhänge.

Bildungsstätte der Flintknollen. Das Studium der zahlreichen Feuersteinpräparate regt zu vielerlei petrogenetischen und geologischen Betrachtungen an.

Beschränken wir uns zunächst auf die Feuersteine, welche, äußerlich durch tiefbraunschwarze Farbe gekennzeichnet, u. d. M. einen größeren Gehalt an organischen Einschlüssen mit und ohne Eigenformen erkennen lassen und kurz als Feuerstein im engsten Sinne oder als primäre Feuersteine bezeichnet werden mögen, so kann hier die Kieselsäureabscheidung nicht längere Zeit nach der Aufhäufung des Kreideschlammes erfolgt sein. Dieser Schlamm selbst muß zwar viel reicher an organischen Resten gewesen sein, als z. B. unser heutiger Wattenmeerschlick, dessen Armut an geformten organischen Bestandteilen enttäuschen kann, wenn man ihn in frischem Zustande mikroskopiert. Andererseits kann der Kreideschlamm aber auch kein eigentlicher Mudd im Sinne Apstein's (l. c.) gewesen sein; denn der nicht einmal 1% betragende fossilisierte organische Inhalt der Flinte dürfte im frischen Zustande (bei durchschnittlich 80 % Wassergehalt der in Frage kommenden lebenden Meerestiere nach J. A. Meyer in Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel. **16**. 1913) kaum 50% ausgemacht haben, welchen Mindestgehalt Apstein für richtigen Mudd verlangt. Auch treten im Feuerstein die für Mudd charakteristischen Mengen von Algenhäksel sehr zurück, die wenigen möglicherweise so zu deutenden Reste wurden im Kap. 8 nicht besonders erwähnt. Übrigens erscheint unter den organischen Feuersteineinschlüssen der auf Planktonorganismen entfallende Teil verhältnismäßig groß, gerade wie im Mudd, abgesehen davon, daß die Panzer planktonischer Diatomeen und Radiolarien jedenfalls nur infolge weitgehender Auflösung so selten im Flint beobachtet werden. Die Bildungstiefe der bituminösen Feuersteine dürfte, verglichen mit der des Ostseemudds, etwas größer gewesen sein, doch kaum wesentlich mehr als 200 m betragen haben.

Die mannigfaltigen Auflösungsvorgänge mineralischer Skelettsubstanzen neben der weitgehenden Konservierung

organischer Substanzen ist ein Hauptcharakteristikum unserer Feuersteine. Angesichts dessen könnte man vielleicht an kalte Bodenströmungen denken, die sich in dem übrigens nicht als kalt vorstellbaren Oberkreidemeere von der grönländischen Kreidebucht her ausbreiteten und die Tätigkeit der Bakterien beschränkten. Das stände einigermaßen damit in Einklang, daß die an geformten organischen Einschlüssen reichsten Flinte weniger in der anstehenden deutschen Kreide als weiter nördlich zu Haus zu sein scheinen. Am bitumenreichsten fand ich die Feuersteine der Mucronatenkreide von Hanaskog (Gebiet von Christianstad), die A. Hennig (Geol. Fören. Förhandl. **17**. 1895) beschrieben hat, ohne allerdings auf den Bitumengehalt näher einzugehen. Diese nahe der Nordküste des baltischen Kreidemeeres gebildeten Feuersteine — aus nicht zu flachem Wasser, vielleicht von einer steil geböschten Küstenzone stammend — enthalten so zusammenhängende organische Inhaltsmassen in ziemlich vorgeschrittenem Zersetzungszustand, daß die Grundmasse als verkieselte Jauche bezeichnet werden kann, in der die zahlreichen grobklastischen Gemengteile schwimmen, die dem Hanaskog-Flint das charakteristische scheckige Aussehen verleihen. In dieser Flintvarietät finden sich, was nach Apstein's rezenten Analogen zu erwarten ist, pflanzliche Überbleibsel relativ häufig, darunter fragliche Algenreste, etwa von *Codium* oder *Penecillus*, und Pilzfäden.

Genetisch wichtige Form- und Strukturverhältnisse des Feuersteins. Im 3. Kapitel dieser Studien wurden von Renard und de Lapparent ausgesprochene Gründe angeführt, nicht so sehr, wie jene meinten, für die Posthumität der Flintbildung, sondern, wie ich meine, für die Bildung innerhalb, nicht oberhalb des Bodenschlammes. Dazu noch einige Ergänzungen. Wenn es sekundäre, d. h. in einem mittleren Stadium der Diagenese entstandene Flinte gibt, so müssen diese während ihres Wachstums von Schichtgrenzen bezw. feinsten chemisch-physikalischen Verschiedenheiten zwischen den Lagen schon stärker verfestigten Schlammes mehr beeinflußt gewesen sein, als Kieselgelausflockungen in ganz oberflächlicher, lockerer Bodentrübe. In der Tat liegen

mir bitumenarme Feuersteine vor, die in ihren Formen deutliche Abhängigkeit von der Schichtung, nahezu Imastrastein-ähnliche Formen aufweisen. Dagegen sind die primären, bitumenreichen Flinte meist rundlich oder wenigstens ohne augenfällige Beziehungen zu Schichtflächen. Doch sind in ihnen vielfach die organischen Einschlüsse schichtmäßig verteilt, mit anderen Worten, lagenweise angereichert. Fand der Verkieselungsprozeß innerhalb des werdenden Sedimentes, d. h. in den jüngsten, noch frischen Schlammaufhäufungen, statt, so begreift man auch eher, daß dieser Vorgang so viele noch nicht völlig zersetzte Organismenreste antreffen konnte, die zwar zunächst wohl in dem so überaus feinkörnigen Kreideschlamm vor zu schneller Zerstörung geschützt waren, zumal in den baltischen Regionen der marinen Oberkreide, wo die Sedimentation besonders rasch erfolgt sein muß, wie die neueren Erfahrungen über die dort unerwartet großen Mächtigkeiten der oberen Kreide anzunehmen zwingen.

Nun können aber gerade unsere schwarzen, bitumenreichen Flinte nicht schlechthin als verkieselter Kreideschlamm gelten, eher durfte Rørdam solches von den bitumenarmen, aber kalkreichen *Silex*-Bänken des Saltholmskalkes behaupten. Bei der Entstehung unserer bituminösen Flinte müssen die feinsten Kreideflitterchen des Bodenschlammes in Lösung fortgeführt worden sein, wurden doch selbst gröbere Kalkaggregate, Foraminiferenschalen, im Bereiche der Gelflocken aufgelöst. Überhaupt muß der Vorgang der Flintbildung unter vielfachen zentripetalen und zentrifugalen Stoffwanderungen verlaufen sein, an welchen auch das organische Material in gewissem Maße teilgenommen haben muß. Denn unsere schwarzen Feuersteinknollen zeigen in der Regel eine deutliche Anreicherung an organischen Stoffen in der Außenzone — das wäre auch eine Art von Schichtbau, aber nicht ein mit der Sedimentationsfläche zusammenhängender, siehe oben[1].

[1] Ist dieses schon eine Art von primärer Rindenbildung der Feuersteinknollen, so ist auch die bekanntere weiße Rinde, die manche, nicht alle Flintknollen besitzen, keine ausschließlich sekundäre Erscheinung, sondern vielfach wenigstens primär präformiert, dann nämlich, wenn im Bereich dieser weißen Schale Kieselschwammnadeln neben Kalk-

Man könnte nun daran denken, daß diese peripheren Anreicherungen der organischen Massen lediglich auf Schrumpfungserscheinungen des Kieselgels zurückzuführen seien. Solche Schrumpfung müßte sich aber in der Lagerungsform und in Deformationen der einzelnen Einschlüsse ausprägen, wovon tatsächlich nichts Erhebliches auffällt. Schrumpfung scheint mehr im Sinne von Innenschrumpfung (siehe R. E. Liesegang, Kolloidzeitschr. **15**. 1914) erfolgt zu sein, denn man beobachtet im Knolleninnern oft kleine und kleinste Drusenräume, die mit sphärolithischem Chalcedon erfüllt sind. Liesegang und ebenso O. M. Reis (l. c. p. 171) heben die große Starrheit der Kieselgallerte hervor — schon bei einem Gehalt an Siliciumdioxyd von 20 % soll im Gel Formbeständigkeit herrschen. Wo immer durch lokale Schrumpfung Hohlräume entstanden, wurden sie also von nachdiffundierender Kieselsäure mehr oder weniger ausgefüllt.

Chemisch-physikalische Zusammenhänge zwischen Kieselgel und organischen Substanzen, man möchte auch hierauf den neutralen Namen Paragenese ausdehnen, spielen, wie schon mehrfach angedeutet, in die Frage des Wachstums und der Struktur der bituminösen Flintknollen hinein, müßten aber von kolloidchemischer Seite erläutert werden. Nur soviel sei hier vermutet, daß die organische Substanz dafür verantwortlich scheint, daß im bituminösen Flint, wie er uns heute vorliegt, das kristalline Korn der Chalcedongrundmasse deutlich feiner ist als dasjenige von Hornsteinen, welche einem relativ späteren Verkieselungsprozeß ihr Dasein verdanken, während eines Altersstadiums des betreffenden Sedimentes, als feinverteilte oder gar kolloidale organische Massen nicht mehr vorhanden waren, um hemmend auf die Ausscheidung und das Wachstum von Chalcedonkriställchen einzuwirken. (Auf Stoffwanderungen bei der Flintbildung mußte schon im 3. Kapitel dieser Studie hingewiesen werden, sowie im 7. Kapitel, als von der Verkiesung der Schwammskelette die Rede war. Da in der Umgebung der Kiessteinkerne von

flitterchen angereichert erscheinen. Durch Auslaugung dieser Schwammnadeln, die übrigens schon vor der eigentlichen Verwitterung erfolgt sein kann, entsteht ein Gewirr von Hohlräumen, welches makroskopisch den Eindruck weißer Färbung hervorruft.

Schwammnadeln reiner, relativ grobfaseriger Chalcedon häufig ist, dürften auch hier das örtliche Fehlen der kristallisationshemmenden organischen Substanz und günstige Diffusionsverhältnisse eine Rolle spielen.)

Unterscheidbare Einzelabschnitte des Bildungsprozesses primärer Flinte. Nach dem Vorstehenden war die Bildung unserer primären Feuersteine — einschließlich auch des vielleicht in statu nascendi erfolgten Kristallinwerdens ihrer Grundmasse — ein lithogenetisch früher und im wesentlichen kontinuierlicher Vorgang. Doch fehlt es nicht ganz an Unterbrechungen dieses Bildungsprozesses, wie sie in größerem Umfange an sekundären Feuersteinen unten festzustellen sein werden. Man findet nämlich unter primären Feuersteinen solche, wo eine „Konkretion erster Generation" in einer „Konkretion zweiter Generation" mehr oder weniger eingeschlossen steckt. Die Oberfläche der älteren, kleineren Knolle prägt sich auch dort, wo sie umwachsen ist, dadurch aus, daß in ihrer Außenzone reichliche Kreideflitterchen eingebacken waren, ehe sich von neuem reiner Feuerstein der zweiten Generation anlagerte. Ich untersuchte besonders zwei solche Fälle (Kieler Geschiebe No. 45 und 89), bei deren ersterem die ältere Knolle deutlich reicher an organischen Bestandteilen war als die Flintmasse zweiter Generation, während im zweiten Falle beide Feuersteingenerationen ziemlich reiche Mengen von geformten organischen Massen enthielten. Letztere Knolle (89) ist von stattlicher Größe; die Kieselsäurezuführung mag in diesem Falle nach kurzer Unterbrechung wieder reichlich und frühzeitig genug erfolgt sein, um vieles zu konservieren.

Mehrere Entstehungsphasen der sekundären Feuersteine und die Rolle des Kalkes dabei. Die Wanderung des Kalkes aus den sich bildenden Kieselkonkretionen heraus erfolgte, wie schon angedeutet, das eine Mal restlos, ein anderes Mal unvollständig. Als ein Merkmal für letzteren Fall fasse ich die mikroskopisch kleinen Calcitrhomboeder auf, die vielfach in der Literatur erwähnt werden, z. B. schon von Cayeux bei französischen Vorkomm-

nissen. Besonders charakteristisch ist diese Art der Kalkführung für die Flinte des „Limsten“ (Bryozoenfazies des baltischen Daniens) und des „Saltholmskalkes“ (Kokkolithenfazies des baltischen Daniens). Hiermit komme ich auf die mehr oder weniger bitumenarmen Feuersteine zu sprechen, die, beiläufig, teils geologisch älter, teils geologisch jünger zu sein scheinen als die Hauptmasse der primären Feuersteine, im Falle der eben genannten Vorkommnisse geologisch jünger. Diese bitumenarmen, hellfarbenen Flinte dürften zum größten Teil sekundärer Entstehung (metasomatisch) sein, wie sie auch von den dänischen Geologen aufgefaßt werden, wie ich aber nicht allein daraus glaube schließen zu dürfen, daß in ihnen geformte organische Einschlüsse spärlich sind. Muß doch auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß Teile des Kreidemeeres, und zu verschiedenen Zeiten vielleicht verschiedene, einen an organischen Bestandteilen vergleichsweise armen Bodenschlamm abgesetzt haben.

Nun beschreibt schon A. Hennig (l. c.) den Limstenflint als Produkt verschiedener, wohl auch zeitlich getrennter Vorgänge. Bituminöser (primärer) Flint in Knollenform wurde von späteren unreinen Kieselausscheidungen umhüllt und zu zusammenhängenden Bänken verschmolzen. Für die Posthumität der umfassenderen Verkieselung gab Hennig geologische Gründe an. Das mikroskopische Studium dieser Danienflinte ergibt weitere Anhaltspunkte, die auf etwaigen diagnostischen Wert für die Stratigraphie zu prüfen wären: während ich die Calcitrhomboeder im Flint des Saltholmskalkes ebenflächig und scharfkantig begrenzt fand, sind sie in den mir vorliegenden Limstenflinten und auch schon im Feuerstein des obersten Senons (*Scaphites constrictus*-Zone) von Stevns Klint unscharf begrenzt, jedenfalls infolge nachträglicher Anätzung. Zur Erklärung sei nur so viel angeführt, daß im Saltholmskalk die erste Phase der Feuersteinbildung vermutlich glatter und schneller verlaufen ist als im Limsten, wie denn auch im Flint des Saltholmskalkes relativ gut erhaltene Weichteilreste vorgefunden wurden.

Je frühzeitiger die Flintbildung erfolgte, und je größerer Spielraum für Diffusionen dabei bestand, eine desto deutlichere Sonderung von Kalk und Kieselsäure

war das Ergebnis. Nur mit Beschränkung auf das erste Anfangsstadium der Feuersteinbildung kann F. W. Clarke's Behauptung (Data of Geochemistry. 1916) gültig sein, daß Kieselsäure und Kalkcarbonat ursprünglich eine nahezu homogene Mischung gebildet haben. Entmischung beider Komponenten, förmlich ein Kampf zwischen beiden, ist auch das, was sich aus O. M. Reis' Achatstudien (l. c.) entnehmen läßt, und was Reis auch bei den von ihm untersuchten Hornsteinen wiederfand.

So scheint es auch ein Ausnahmefall zu sein, der mir in einem Flintgeschiebe (No. 91) vorliegt, wo reichlich feinste Kalkflittern in primärem Flint zerstreut vorkommen. (Auch sonst ist dieser Feuerstein auffällig, insofern als die organischen Beimengungen aus ebenfalls fein zerteiltem Detritus, wahrscheinlich pflanzlicher Herkunft, bestehen — eine wohl in Küstennähe gebildete Flintknolle, ähnlich dem Hanaskog-Flint, in welcher ein schnell erstarrtes Kieselgel vorliegt.)

Wenn im übrigen in den Fällen sekundärer Verkieselung keine so reinliche Scheidung zwischen Kalk und Kieselsäure erreicht wurde, so mag das damit zusammenhängen, daß hier kein so ausgeprägtes Gelstadium und nur unvollkommene Diffusionsmöglichkeiten existiert haben. Das Ergebnis sind hornsteinartige Bildungen, wie sie auch in der baltischen Kreide, und zwar sowohl im Liegenden wie auch im Hangenden des Senons, häufig sind. (So der Flint des Arnagerkalkes des Oberturons von Bornholm, wo gut-erhaltene Kieselnadeln zusammen mit Kalkausscheidungen beweisen, daß frühe Diffusions- und Lösungsvorgänge eine geringere Rolle gespielt haben, und der Flint des Crania-Kalkes des obersten Daniens von Dänemark.) Petrographische Zwischenglieder, welche zwischen solchen Hornsteinen und rein primären Feuersteinen vermitteln, sind außer den schon gekennzeichneten Flinten des Saltholmskalkes und des Limstens auch Feuersteine, wie sie mir aus der Lüneburger Granulatenkreide (unterstes Senon) vorliegen und die Spuren mehrerer Entstehungsphasen in sich tragen.

Besondere zur Beurteilung von Posthumität und einzelnen Entstehungsphasen der Flinte dienende Merkmale. Weitere Anzeichen für eine kom-

pliziertere Bildungsgeschichte vieler Flinte seien nunmehr auseinandergesetzt: Feuersteingeschiebe, die wohl in der Hauptsache dem Limsten als mehr oder weniger sekundäre Bildungen angehört haben dürften, enthalten oft im Innern unverkieseltes Kreidepulver[1]. Die Verkieselung ist hier unvollständig geblieben, nicht nur im Innern, sondern manchmal auch an der Außengrenze dieser Limsten-Flinte, und war unter einem gewissen Stoffmangel selektiv; es wurden nämlich vorzugsweise Bryozoenskelette und auch Foraminiferen verkieselt[2]. Diese ursprüngliche, unzureichende Kieselinfiltration, die sich an bestimmte Organismenreste hielt, blieb auch innerhalb derselben oft nur partiell, es bildeten sich einzelne Chalcedonsphärolithe, in Hohlräumen der Kalkskelette und auch wohl als traubige Auswüchse auf denselben. Namentlich die Foraminiferenkammern füllten sich oft nur drusenartig partiell. Diese „Anfangssphärolithe", wie Reis sie bei seinen Achatdrusenfüllungen nennt und auch in Flysch-Foraminiferen wiederfand (l. c. p. 18 ff.), sind vielfach sehr opalreich und zeigen infolgedessen deutliche Trübungsfarben. Daher heben sie sich im mikroskopischen Bilde von ihrer Umgebung gut ab, auch dann noch, wenn in unseren Feuersteinen später die ganze Umgebung der Foraminiferen und alle noch verbliebenen Hohlräume erneut mit Kieselsäure imprägniert wurden, welches neue Material nun aber in Form von normalem Feinchalcedon kristallin wurde. — Gelegentlich ist der Vorgang noch verwickelter. Da müssen nämlich gewisse ursprüngliche Sphärolith-Körper verschwunden sein — vermutlich haben sie aus Vaterit bestanden, der hernach der Auflösung anheimfiel —; auf den Vaterit folgte erst der opalreiche Chalcedon als Restbildung in den Fossilhohlräumen, und durch Auflösung des Vaterits wurde schließlich Platz geschaffen für die normale Feinchalcedon-Grundmasse. Das resultierende mikroskopische Bild der betroffenen Foraminiferen

[1] De Lapparent erklärt solche Kreideeinschlüsse im Feuerstein für besonders foraminiferenreich.

[2] Diese Verkieselung lauter einzelner Bryozoenstöckchen ist mit die Ursache des Bryozoenreichtums der holsteinischen Schmelzwassersande, die früher Bryozoensand oder Korallensand hießen.

und Schwammnadeln ist merkwürdig genug: lediglich der opalreiche Chalcedon tritt hervor, in Umrissen, die an ausgestanzte Bleche erinnern, zumal wenn auch die kalkigen Skelettelemente oder die organisch ausgeschiedene Kieselsäure der Schwammnadeln vollkommen weggelöst sind.

Manchmal erkennt man eine mehrphasige Bildungsgeschichte auch makroskopisch. Sie ist z. B. anzunehmen, wenn dunkle, scharfkantig begrenzte Feuersteinpartien in eine hellere, hornsteinähnliche Masse eingebacken sind. Eine gewisse Unterscheidung getrennter Bildungsphasen wird auch gemacht, wenn F. A. M. W. Gebhardt annimmt, daß die sogenannte Kolloidbänderung, die mehr oder weniger konzentrische Folge verschiedenartiger, meist abwechselnd dunkler und heller Schichten in gewissen Feuersteinen, auf dem nachträglichen Eindringen und der rhythmischen Ausfällung von Kalklösung beruhe (Zeitschr. f. Naturw. **84**. 1913). Nun ist zuzugeben, daß jene bei makroskopischer Betrachtung von Handstücken hell erscheinenden Schichten, die u. d. M. relativ undurchsichtig sind, kalkreich sein können. Bei einem Feuersteingeschiebe (No. 38 aus der Gegend von Hademarschen) liegt Kalkanreicherung in Gestalt gehäufter Foraminiferentrümmer vor. Im übrigen aber, und zum Teil auch bei diesem Beispiel, ist ein stärkerer Opalgehalt für die weißen Schichten der gebänderten Flinte als wesentlich anzusehen, der übrigens zwischen den Chalcedonkriställchen zu stecken scheint. Aber wenn auch vorzugsweise Opal bei solchen Nachdiffusionen ausgeschieden wurde und nicht Kalk, die Kolloidbänderung gehört zu den nachträglichen Ausgestaltungen der Feuersteine.

Ich möchte hier nicht nach weiteren Gründen für die sekundäre Natur der Kolloidbänderung suchen, sondern die Behandlung dieser hier zu weit führenden Probleme einer berufeneren Feder vorbehalten, damit das reichlich vorhandene Untersuchungsmaterial voll zur Geltung komme[1]. Hier handelt

[1] Es kommt hier u. a. in Frage: das Verhalten von Einschlüssen zur Kolloidbänderung sowie manche Verhältnisse, die schon von O. M. Reis und auch von Gebhardt berührt wurden, Diskordanz der Kolloidschichtung, Kohäsionsunterschiede der einzelnen Schichtbänder, die Unterscheidung „entostratischer Geoden“ von „exostratischen“ u. a. m.

es sich darum, daß die gebänderten Flinte entweder mehrere Ausgestaltungsphasen, mit primärer Feuersteinbildung beginnend, besitzen, oder, was wohl häufiger der Fall ist, ihrer ganzen Entstehung nach sekundär sind (sie haben mir kaum guterhaltene organische Einschlüsse geliefert).

Folgerichtig würde man schließlich die schon erwähnten Spaltenfeuersteine und auch solche horizontalen Feuersteinlagen, deren Bildung ganz unabhängig von der Sedimentierung im Gefolge tektonischer Heraushebungen stattfand (s. Kapitel 3, Anmerkung), als tertiäre bezeichnen können.

Allgemeinere erdgeschichtliche und lithogenetische Zusammenhänge: Die im Vorstehenden durchgeführte Unterscheidung verschiedener Flintarten dürfte nicht nur petrographisches Interesse, sondern auch historisch-geologischen Wert haben; letzteres müßte allerdings an Hand von stratigraphisch aufs genaueste datierbarem Material nachgeprüft werden, wie denn das Folgende nur erst ein Versuch genannt werden kann, zu größeren Zusammenhängen zu gelangen.

Die Frage der Horizontbeständigkeit der Flintschichten muß hierbei eine Rolle spielen. Sie erscheint in gewissen Grenzen recht zuverlässig, freilich nicht ohne Ausnahmen: an den Phosphatlagern der französischen Oberkreide setzt die Feuersteinführung aus, und das ist bei der von mir übernommenen und ausgebauten Anschauung von der Genese dieser Lager auch verständlich (eine diesbezügliche, im nächsten Bande der Schriften des Naturhistorischen Vereins für Schleswig-Holstein erscheinende Darstellung ist ganz kurz wiedergegeben in den Mitteilungen des Verbandes technisch-naturwissenschaftlicher Vereine Schleswig-Holsteins. **7**. 1920). Auch in der Korallenkalkfazies des Daniens von Faxe, Seeland, fehlen bekanntlich die Feuersteine. Beide Fälle haben sedimentpetrographisch das gemeinsam, daß es sich um eine ausnahmsweise grobkörnige bezw. inhomogene Abart des Kreidesedimentes handelt. Extreme Feinkörnigkeit (Homogenität) und schnelle Sedimentation dürften notwendige, aber nicht ausreichende Bedingungen der Flintbildung sein (für das Fehlen der Feuersteine in dem

Misburger kieselschwammführenden Pläner wurde schon in Kapitel 4 nach einem besonderen Grund gesucht).

Den anderweitig geäußerten Vermutungen über die chemischen Bedingungen der Kieselsäureausfällungen wage ich auf Grund meiner Beobachtungen Entscheidendes nicht hinzuzutügen, wenigstens nicht, soweit es die primären Feuersteine angeht. Doch müßten die in Betracht zu ziehenden Bedingungen erdgeschichtlich möglichst universelle sein, da auch die Verbreitung der Kieselkonkretionen in den Ablagerungen des mitteleuropäischen Oberkreidemeeres ziemlich universell ist. Lokale Bedingungen, wie die Wassertiefe, dürften mehr für die Art der Flinte wesentlich sein. Bezüglich der primären Feuersteine kommt es auf die Erklärung der Bedingungen an, die in der über dem Meeresboden stehenden Wasserschicht zur Auflösung der Kieselsäure (des niederrieselnden abgestorbenen Planktons und auch der nach dem Tode von Schwammtieren frei ins Wasser ragenden Kieselskelette) bewirkten, und der andersartigen Bedingungen, die im frischgebildeten Bodenschlamm die entgegengesetzte Wirkung, Ausfällung, erzielten, während dort gleichzeitig Auflösung von kalkigem Material vorherrschte, wobei bekanntlich in erster Linie aragonitschalige Skelettelemente verschwanden. Reicht die Annahme kalter Bodenströmungen aus, die zur Erklärung des verlangsamten Zersetzungsprozesses der Tierleichen und vielleicht auch zur Erklärung der Anreicherung solcher Reste in muddartigen Zonen des Meeresbodens brauchbar erschien?

Im Kapitel 4 bezeichnete ich als Kernfrage die nach dem Kieselsäurehaushalt jener cretacischen Meeresböden. Über den Kieselsäurehaushalt heutiger Meere erfahren wir vieles aus den Arbeiten von E. Raben und K. Brandt (Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel. **16**. 1914 und **18**. 1920). Daraus geht hervor, daß heute der Kieselsäuregehalt des Meerwassers unserer Breiten bei sehr geringen absoluten Beträgen relativ starken Schwankungen unterliegt, die mit der lokalen Kieselsäurezufuhr durch Flüsse einerseits und mit den jahreszeitlichen Entwicklungshöhepunkten der Diatomeen, mit ihrem Materialbedarf also, anderseits zusammenhängen. Der Diatomeenreichtum scheint neben anderen Fak-

toren an dem verfügbaren Material für den Skelettbau eine labile Grenze zu finden. Die Materialzufuhr durch Flüsse muß die durch Ablagerungen dem Stoffwechsel des Meeres entzogenen Kieselsäuremengen decken, so zwar, daß in diesem fein ausbalancierten Haushalt, der hauptsächlich auf der Wiederauflösung der Panzer abgestorbener Organismen zu beruhen scheint, kleine Mengenverschiebungen weitreichende Wirkungen haben, zumal das Gesetz vom Minimum auch für das Leben im Meere Gültigkeit haben soll. Die Kieselsäurezufuhr durch Flüsse muß während der Oberkreidezeit für das in Betracht gezogene Faziesgebiet ausnahmsweise groß gewesen sein. Wenn nun der Kieselsäuregehalt eines indischen Flußwassers nach F. W. Clarke (l. c.) doppelt so groß ist, als der eines böhmischen Flußwassers, das gleiche Bodenarten durchfließt, so zeigt sich darin der Einfluß des Klimas. Klimatische Ursachen für die massenhafte Flintbildung der Oberkreide anzunehmen, hat noch manches andere für sich. Die unsere Kreidemeere umgebenden Festländer dürften unter warmem, eher regenarmen als feuchten Klima gestanden haben, es braucht nicht gerade lateritische Verwitterung geherrscht zu haben, damit sich die Kümmerflüsse mit gelöster Kieselsäure und gelöstem Kalk sättigen konnten, welche Stoffe zum Aufbau der mächtigen Oberkreidesedimente dienten (s. mein eben zitiertes Referat 1920). Die vertikale Verbreitung des Feuersteines kann hierbei zu Rate gezogen werden. Die Flintführung beginnt im südwestlichen Rußland vielfach im Emscher, bei Lublin sogar schon im obersten Cenoman, in Nordfrankreich, Norddeutschland und England ziemlich an der Basis des Oberturons (in Lüneburg und Mecklenburg-Pommern schon in den *Lamarcki-Brongniarti*-Schichten, desgleichen in England), in Schonen dagegen erst (?) im Obersenon[1]. Wenn in diesem „Ansatz" nun auch die faziellen Voraussetzungen der Flintbildung noch nicht genügend als Faktor zum Ausdruck kommen, so darf doch auf das gleichartige Verhalten der Zonen gleicher geographischer Breite hingewiesen werden. Vielleicht ver-

[1] Einen Teil dieser stratigraphischen Angaben entnehme ich einer sehr wertvollen Zusammenstellung einschlägiger Tatsachen von Herrn Professor Dr. Wüst (Manuskript), für deren Benutzung ich dankbar bin.

schoben sich die für die Feuersteinbildung günstigen klimatischen Verhältnisse nach und nach gegen Norden hin. Die Flintbildung hat vielleicht auch im Süden früher aufgehört als im Norden, so daß man sich den Faziesbereich der Flintkreide im Verlauf der Oberkreidestufen nicht so sehr breiter werdend als vielmehr wandernd im Zusammenhang mit wandernden Klimazonen vorstellen möchte. Mitten in die Zeitspanne, in welcher Feuersteinbildung überhaupt vorkommt, ins Senon nämlich, fällt, soweit ich auf Grund meines Materiales übersehen kann, die Hauptentwicklung der primären, bitumenreichen Feuersteine, die sich aber auch damals nicht überall, sondern hauptsächlich in einer Meereszone nahe der baltischen Nordküste des Kreidemeeres gebildet zu haben scheinen. Sie bezeichnen in gewisser Hinsicht einen Höhepunkt der Feuersteinbildung, vielleicht nicht quantitativ, aber in lithogenetischer Hinsicht (Wachstumsintensität). Zu Beginn und am Schluß der eben gekennzeichneten „Flintperiode" haben wir, wie schon bemerkt, im wesentlichen sekundäre Flintbildung.

Klimatische Einwirkungen zog schon K. Rørdam (l. c.) zur Erklärung der Kreideablagerungen Dänemarks in Betracht, aber er dachte an die jahreszeitlichen Klimaschwankungen, die gewisse Eigentümlichkeiten der Schichtung der Danien-Ablagerungen erklären sollten. Dergleichen Gedanken werden vielleicht noch Verwertung finden, um die schichtmäßige Anordnung der primären Feuersteine und die dabei bestehenden ziemlich regelmäßigen Vertikalabstände verständlich zu machen (? langperiodische Klimaschwankungen).

10. Schlußbemerkung.

Das hier beigebrachte Tatsachenmaterial zerfällt in viele Einzelheiten, die sich in Kürze nicht gut zusammenfassen lassen — ganz summarisch kommen sie darin zum Ausdruck, daß es sich als nötig erwies, drei Hauptarten von Feuerstein genetisch zu unterscheiden: primären Feuerstein (Feuerstein im engsten Sinne), sekundäre und tertiäre Feuersteine, von denen die ersteren hinsichtlich ihres Fossilgehaltes ein besonderes Interesse beanspruchen dürfen.

Einige eingangs aufgeworfene Fragen konnten nicht befriedigend gelöst werden, schon deshalb nicht, weil mit

einer neuen Untersuchungsmethode und neuen Merkmalsgruppen gearbeitet werden mußte, die noch nicht an nach entsprechenden Gesichtspunkten gesammeltem, stratigraphisch und regional vollständigem Untersuchungsmaterial erprobt werden konnten. Um so mehr möchte ich zum Schluß betonen, daß letzteres als künftige, dringende Aufgabe anzusehen ist: Im Rahmen einzelner stratigraphisch-sedimentpetrographischer Monographien müßte die Feuersteinkreide in der hier angedeuteten Weise studiert werden, davon erwarte ich allerdings den Erfolg, daß die Meereskunde der Oberkreidezeit uns als ein lebensvolles Kapitel der Erdgeschichte erscheinen wird, wohl verständlich hinsichtlich der eigentümlichen Fazies (im weitesten Sinne des Wortes) und ungewöhnlich reich illustriert durch paläontologische Dokumente. Es würden dann auch die Feuersteine stratigraphisch nahezu im Sinne von Leitfossilien verwertbar werden — einiges war in dieser Hinsicht schon anzugeben —, was für die Geschiebekunde oder, anders ausgedrückt, für die Erdgeschichte des Baltikums recht erwünscht wäre [1].

II. Über einen eigenartigen „Wassertuff" aus dem Westbaltikum.

Die Tuffite (= Tuffsedimente nach Weinschenk) sind von J. Walther (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **38**. 1886) weiter eingeteilt worden in 1. „Sedimenttuff", 2. „regenerierter Tuff" (= Schwemmtuff A. Berns', Centralbl. f. Min. etc. 1915) und 3. „Wassertuff", welcher letztere dadurch gekenn-

[1] Die vorstehende Untersuchung wurde im September 1920 abgeschlossen. Die nachträglich mir zu Gesicht gekommenen Feuersteinstudien ausländischer Forscher (G. A. J. Cole, Geol. Mag. **4**. 1917; W. A. Tarr, Amer. Journ. Sci. **44**. 1917; R. S. Dean, Amer. Journ. Sci. **45**. 1918; F. M. van Tuyl, Amer. Journ. Sci. **45**. 1918; W. A. Richardson, Geol. Magaz. **6**. 1919 und W. H. Twenhofel, Amer. Journ. Sci. **47**. 1919) nötigen mich nicht zu Änderungen meiner hier dargelegten Meinungen. Vor allem zeigen sie mir durch ihre teilweise sehr verschiedenartigen Ergebnisse an, was ich auf Grund eigener Erfahrungen nachdrücklich betonen mußte, daß Feuerstein genetisch sehr verschiedenartig sein kann. Manche Widersprüche der erwähnten Arbeiten erscheinen aber, sofern man sich über das fremde Material Vorstellungen bilden darf, lösbar, wenn die von mir gewählten Methoden auf dieses Material angewandt würden.

zeichnet ist, daß seine Bildungsstätte einer subaquatischen vulkanischen Ausbruchstelle unmittelbar benachbart ist. Die Bildungsart wird dabei offenbar so vorgestellt, daß ein aus vulkanischen und sedimentären Bestandteilen gemischter Gesteinsbrei, der meist noch durch einen Säuregehalt und erhöhte Temperatur ausgezeichnet sein wird, am Boden eines Gewässers als mehr oder weniger gleichförmige, zusammenhängende Masse zur Ablagerung gelangt.

Ein Gestein, das ich an der Kliffküste von Habernis in Angeln als Glazialgeschiebe fand, entspricht dieser Definition nicht völlig, steht aber solchem Wassertuff verhältnismäßig am nächsten. Seine petrographischen Besonderheiten und sein geologisches Interesse rechtfertigen die folgende Beschreibung:

Das faustgroße, sehr harte und splitterig brechende Gesteinsstück erscheint makroskopisch schwarz, unverwittert und fast ungeschichtet. Nur kleine Glimmerschüppchen heben sich aus der dichten Grundmasse heraus und verraten die Schichtung, die also weniger deutlich hervortritt als bei dem sonst ähnlich aussehenden Kieselschiefer. Mit der Lupe erkennt man auch spärliche Organismenreste in Gestalt unbestimmbarer Muschelfragmente mit konzentrischer Skulptur. In HCl und NaOH sind kaum nennenswerte Mengen des Gesteins löslich; von der Zersetzung des Gesteins durch HF ist weiter unten zu sprechen. Durch Glühen dünner Splitter erreicht man nur allmählich eine Aufhellung der dunklen Farbe.

U. d. M. fallen zunächst die magmatischen Bestandteile auf: Tafeln eines rotbraunen, nahezu einachsigen Biotits, teilweise idiomorph begrenzte Feldspäte, Orthoklas und recht spärlich Plagioklas, sowie blaßgrüne, unregelmäßig bis kugelig begrenzte isotrope Massen von stärkerer Lichtbrechung als Quarz, die am wahrscheinlichsten als nicht extrem saures Gesteinsglas zu deuten sind. Glaseinschlüsse sind in den kristallinen Bestandteilen häufig und erscheinen im Biotit bisweilen nach den drei pseudohexagonalen Achsenrichtungen gestreckt. Die Biotittafeln sind oft gebogen oder geknickt. Quarz und zahlreiche Zirkone brauchen nicht unbedingt als Bestandteile angesehen zu werden, die in unserem

Gestein erstmalig sedimentiert wurden, was von den übrigen magmatischen Bestandteilen wegen ihrer unübertrefflichen Frische sehr wahrscheinlich ist. Es handelt sich bei ihnen um neovulkanisches Material, da die Zirkoneinschlüsse der Biotite keine pleochroitischen Höfe erzeugt haben. Die maximalen Durchmesser der magmatischen Bestandteile erreichen bei den Biotiten die größten Werte, die gelegentlich 0,3 mm überschreiten; die größeren Bestandteile, und zwar nicht bloß die Biotite, sind also zu groß, um zusammen mit feinstem terrigenem Detritus, der in der Gesteinsgrundmasse vorhanden, weit ins Meer geschwemmt zu werden bis zum Absatzgebiet marinen Feinschlammes, es kommt für sie im wesentlichen nur Transport durch die Luft in Betracht.

Von den sedimentären Komponenten des Gesteins sind am bedeutungsvollsten verkohlte organische Substanzen; sie färben das makroskopisch schwarze Gestein auch im Dünnschliff noch mehr oder weniger tiefbraun; ihrer beträchtlichen Masse nach zu schließen muß das ursprüngliche Sediment einen muddartigen Charakter besessen haben. Die kohleartige Beschaffenheit dieser Massen ist schon durch Reaktionen leicht nachweisbar (Verhalten des HF-Rückstandes des Gesteins beim Verbrennen und gegenüber der für Kohlepräparate üblichen Bleichflüssigkeit); außerdem sind die organischen Formen unverkennbar. Die Dünnschliffe weisen die Querschnitte von einstigen Chitinhüllen und Chitinborsten auf, wie sie etwa marinen Würmern und Krebschen angehören können, ferner Krebseier, Epidermisfetzen von Muscheln und zusammengeballte Massen, die nach ihrer Zusammensetzung als Fäzes (von Würmern usw.) angesprochen werden dürfen (Mineralflitterchen, eingebettet in strukturlose, tiefbraun gefärbte organische Substanz). Einmal wurden auch Holzfaserreste in ebenfalls verkohltem Zustande beobachtet. Entsprechende Gebilde enthält natürlich der HF-Rückstand des Gesteins, in welchem allerdings die kohligen Massen leicht zerfallen; insbesondere wurden darin derbe Chitin(?)körper von flaschenförmiger oder dickkeulenförmiger Gestalt beobachtet, die ich nicht auf bestimmte Lebewesen zu beziehen vermag. Durch Zersetzung und Auflösung strukturlos gewordene organische Substanz erfüllt das ganze Gestein.

Pyritkriställchen als Begleiter dieser organischen Massen sind in der ehemaligen Mudde nicht überraschende Gemengteile.

Der marine Charakter des Sediments wird durch tierische Reste sichergestellt, die nicht bezw. nicht allein aus organischer Substanz bestehen, nämlich durch Skelettnadeln mariner Kieselschwämme und durch die sog. „Xanthidien" (*Ovum hispidum bifurcatum* Ehbg. sp.). Die bemerkenswerte Rolle, die letztere Organismenreste in fossilen Meeressedimenten spielen, trat bei Gelegenheit meiner Kreide- (bezw. Feuerstein-) Studien [1] hervor, bei welcher Gelegenheit ich auch schon die Vermutung aussprach, daß diese für Eier gehaltenen Körper eine Hülle besitzen, welche durch Einlagerung von SiO_2 besonders widerstandsfähig gemacht sei. Die mikroskopischen Bilder dieser Xanthidien in unserem Gestein machen jene Vermutung noch wahrscheinlicher.

Hinsichtlich der tonigen Feinbestandteile der Gesteinsgrundmasse ergibt das Dünnschliffbild keine sicher erkennbaren Einzelheiten, führt aber zu der Vermutung, daß die ursprünglich wohl vorhanden gewesenen Tonkolloide wesentliche diagenetische Veränderungen erlitten haben.

Für das Verständnis unseres Sedimentes sind weiter gewisse Gemengteile sehr wichtig, die im Gestein als nichtklastische Neubildungen erscheinen müssen. Das Geschiebe ist verkieselt, der eingangs gebrauchte Vergleich mit einem Kieselschiefer bezieht sich also nicht bloß auf den Reichtum an organischen Substanzen; vielleicht kann man aber auch den Vergleich mit einem nicht extrem kontaktmetamorphen Basaltjaspis als näherliegend empfinden. Chalcedon-Neubildungen machen sich namentlich als dünne Schale um die oben erwähnten Glaskügelchen bemerkbar. Hier und da scheint auch noch Opal vorhanden zu sein, namentlich in der ganz überwiegend isotropen Grundmasse. Kieselsäure ist im Gestein gewandert, eventuell auch eingewandert, jedenfalls ist der vorliegende Zustand der Durchtränkung mit SiO_2 sekundär. Die Verkieselung konservierte nicht nur die organischen Bestandteile, sondern auch die magmatischen gegenüber weiterer Zersetzung.

[1] Sedimentpetrographische Studien. I.

In eigentümlicher Weise scheinen auch die kalkigen Bestandteile des Gesteins gewandert zu sein. Die Muschelschalen sind unter Erhaltung des Konchiolins (Querschnitte durch organische Gebilde mit wabiger Feinstruktur) entkalkt und keine Kalkskelette mariner Organismen mikroskopisch nachweisbar; dagegen sind reichlich Calcitrhomboeder vorhanden, und diese Kristall-Neubildungen treten gern als Umkrustung von Feldspäten auf und haben in anderen Fällen flüssig, also ebenfalls beweglich gewesene organische Substanz während des Wachstums umschlossen nach Art der schwedischen Anthrakonite.

Alles in allem sind hier diagenetische Vorgänge — auch die Inkohlung der organischen Reste rechnet dazu — erkennbar, wie sie hauptsächlich für geologisch alte Sedimente, welche zeitweilig in größerer Erdtiefe versenkt lagen, charakteristisch sind, oder aber besondere Einwirkungen anzunehmen zwingen, welche die Diagenese beschleunigten, etwa einen ganz schwachen Anfang von Kontaktmetamorphose.

Der Versuch, unser Gestein historisch-geologisch und petrogenetisch zu deuten, muß dazu führen, es mit den aus dem Baltikum bekannten neovulkanischen Sedimenttuffen zu vergleichen. Die von O. B. Bøggild (Danm. geol. Unders. II. R. **33**. 1918) neuerdings wiederholt ausführlich beschriebenen vulkanischen Aschen im untereocänen „plastic ler", in dem tonigen Meeresschlamm der norddeutsch-westbaltischen Bucht des Untereocänmeeres, beweisen, daß 179 mal Aschenregen auf diese Meeresbucht niedergegangen ist. Der Lieferant des vulkanischen Materials ist, wie Bøggild mit guten Gründen gegenüber abweichenden Meinungen wahrscheinlich macht, in nicht allzu weitem Abstande (höchstens 200 km) von Nordjütland, dem Gebiete stärkster Häufung der Aschenmengen, zu suchen, am wahrscheinlichsten im heutigen Skagerak[1]. Dieser Vulkanherd hat nach Bøggild sehr ver-

[1] Bei den Erwägungen über die Eruptionsstelle spielt außer der Korngröße, der Mächtigkeit und den Lagerungsverhältnissen (häufige Wiederholung) der Aschen natürlich auch ihre horizontale Verbreitung eine Rolle, die Bøggild (l. c.) auf einer Karte darstellt. Wenn man dieses Kartenbild noch durch einige deutsche Fundorte ergänzt und außerdem die Grenze der untereocänen Meeresbedeckung einzeichnet, ergibt sich noch

schiedene Magmen, keineswegs bloß basaltische, geliefert. Die uns von ihm lediglich überlieferten Sedimenttuffe, die freilich nicht in seiner unmittelbaren Nachbarschaft zur Ablagerung gekommen sein dürften, zeigen kaum diagenetische Veränderungen außer einer Imprägnierung des Gesteins mit Kalk. Die mikroskopischen organischen Reste (ehemalige Chitinkörper) sind in diesen „Sedimenttuffen", aus welchen sie übrigens von keinem Autor bisher erwähnt werden, von ähnlicher Erhaltung wie im geologisch älteren Kreidefeuerstein, nämlich im Dünnschliff mit gelblicher Farbe durchsichtig, mithin nicht so weitgehend verkohlt wie in meinem Gestein, und ein Treibholz im jütischen Sedimenttuff (Kieler Sammlung) besitzt den Erhaltungszustand verkalkter Braunkohle. Kalkschalen sowohl wie die Diatomeenpanzer, die in den die Aschenschichten begleitenden Zementsteinlagen besonders zahlreich sind, fehlen auch den Aschenschichten selbst nicht. Kurz, es haben in ihnen keine so weitgehenden Auflösungsvorgänge stattgefunden wie in meinem Gestein, in welchem ein Teil des dilut verteilten SiO_2 möglicherweise von der Auflösung anheimgefallenen Diatomeen stammen könnte, da auch die hier noch vorhandenen Schwammnadeln nur wie Auflösungsüberreste erscheinen, die widerstandsfähiger waren als der besonders leicht lösliche Opal der Diatomeen, und da ferner die Umrisse der Kügelchen von Gesteinsglas auf Korrosion schließen lassen.

Trotz der petrographischen Unterschiede kann mein Aschenbestandteile führendes Sedimentgeschiebe nur als gleichalterig und regional verknüpft mit dem aschenführenden plastic ler des Westbaltikums, dem einzigen von einer neovulkanischen Eruptionsperiode zeugenden Meeressediment jenes Gebietes, angesehen werden. Auch der nor-

deutlicher, daß die von Bøggild angenommene Lage des Vulkanherdes einigermaßen zentrisch ist zum Verbreitungsbezirk der Aschen oder wenigstens symmetrisch, da die Aschenbestreuung nach N zu, auf dem skandinavischen Festland, nicht bekannt sein kann, und daß dieser Verbreitungsbezirk im S und SO nicht ganz an die untereocäne Meeresküste heranreicht, vor allem aber, daß weder das Basaltlava-Reservoir unter Schonen, noch gar das kleine Rhyolith-Vorkommen am Mien-See in Blekinge, oder erst der Andesit vom Dullen-See in Helsingland als wesentliche Lieferanten des Aschenmaterials verdächtig sein können.

male plastic ler soll stellenweis schwarz gefärbt, also wohl bitumenreich sein.

Der nach dem soeben durchgeführten Vergleich besonders auffällige diagenetische Zustand meines Gesteins legt die Vermutung nahe, daß die Inkohlung der organischen Massen sowohl wie die erwähnten Substanzwanderungen und Substanzkonzentrationen durch die chemisch-physikalischen Wirkungen der unmittelbaren Nachbarschaft vulkanischer Tätigkeit ermöglicht worden sind. Während Bøggild aus der Untersuchung seiner Sedimenttuffe nur auf eine Höchstentfernung des Vulkanherdes von 200 km schließen konnte, dürfte uns hier vielleicht ein Gestein aus der nächsten Nachbarschaft seines Vulkanherdes überliefert sein, das bei Gelegenheit eines erneuten Durchbruches von Magma oder bei der Überdeckung mit einem Lavastrom, jedenfalls bei Gelegenheit eines untermeerischen Ausbruches, seinen diagenetischen Zustand erhalten haben könnte. Die im Gestein selbst vorhandenen magmatischen Bestandteile, die auch von einem jener 179 untereocänen Vulkanausbrüche stammen müßten, sind vielleicht nicht reichlich und nicht heiß genug dem Sediment beigemengt worden, um diesen Zustand herbeizuführen. Auch an die Mitwirkung eines bei einer Eruption aufgetretenen stärkeren Salzsäuregehaltes des Meereswassers ist wohl kaum zu denken, da hierbei nämlich die Biotite, das Gesteinsglas und das Konchiolin der Muscheln zu sehr angegriffen worden wäre. Jene magmatischen Bestandteile erscheinen überhaupt etwas heterogen, insofern nämlich, als Glimmertäfelchen, welche in Aschenwolken verhältnismäßig weit fortgeweht zu werden pflegen, vergesellschaftet sind mit auffallend vielen Zirkonen, welche mehr in der Nähe von Eruptionsstellen niederfallen (R. Brauns, Centralbl. f. Min. etc. 1903. p. 290). Daher ist auch von einem genaueren Bestimmungsversuch der Lava abzusehen, welche jene uns wohl nur unvollständig vorliegenden magmatischen Bestandteile geliefert hat, übrigens aber weder extrem basisch noch extrem sauer gewesen sein dürfte und eher mitten in den Variationsbereich des Magmas des Bøggild'schen Vulkanherdes hineinfällt.

Nach alledem paßt die Bezeichnung „Wassertuff", welche eingangs angeführt und erklärt wurde, nicht in jeder Hinsicht

auf mein Gestein. Der Hauptvergleichspunkt ist der vermutliche Bildungs- bezw. Umbildungsort in der Nähe einer untermeerischen Eruptionsstelle, womit gleichzeitig ein hypothetisches regionalgeologisches Interesse für den Fund in Anspruch genommen wird, während der für die Deutung so wichtige diagenetische Zustand des Gesteins auf alle Fälle eine bemerkenswerte petrographische Eigentümlichkeit noch neben der seltsamen Mischung magmatischer, detritogener und organischer Bestandteile ist (Tafelerklärung s. p. 92).

III. Über eine Septarie mit sphärolithischer Textur.

In der Frage der Oolithbildung scheint sich mehr und mehr die Ansicht durchzusetzen, daß diese Ausscheidungsformen des Kalkcarbonates rein anorganisch entstehen, während auf der anderen Seite die Mitwirkung der Organismen bei der primären Ausfällung des Kalkcarbonates aus Meerwasser immer allgemeiner erkannt wird — bis hin zu der neuerdings ins Auge gefaßten bakteriellen Kalkfällung. Ein Widerspruch liegt dabei nicht notwendig vor, da die Oolithe nicht durchweg Sedimente offener Meere von normaler Salinität zu sein brauchen — zum Teil handelt es sich um Bildungen am Gestade salziger Binnenseen —; vielleicht brauchen sie auch nicht in allen Fällen die primäre Ausscheidungsform des Carbonates vorzustellen (d. h. nicht einmal strukturell, von Modifikationsänderungen ganz abgesehen), mindestens sollen manche Ooide (Oolithkörner) eine nachträgliche Größenzunahme auf Kosten wiederaufgelöster feinkörniger Primärausscheidungen erfahren haben.

Die radialfaserige und konzentrischschalige Textur wird, zumal wenn es sich um das gut und leicht kristallisierende Kalkcarbonat handelt, heute gern als Ausdruck einer kolloidalen Bildungsphase, als Zeuge eines früheren Gelstadiums, aufgefaßt (s. Linck, Leitmeier in Doelter's Hdb. d. Mineralchemie. I. 1912, Marc in Fortschr. d. Mineralogie etc. III. 1913). Kolloidale Medien für Kalkanreicherungen und -ausfällung in Sphärolithform können auch von toter, etwa in Zersetzung übergegangener organischer Substanz geliefert werden, aber auch dann handelt es sich nicht eigentlich um eine organogene Oolithbildung, auch

nicht, wenn sich z. B. ein tierischer Blasenstein mit kolloidaler Grundsubstanz sphärolithisch ausbildet, da es nicht lebende Teile eines Organismus sind, welche die Struktur unmittelbar vorschreiben. Ist letzteres wirklich der Fall, wie z. B. bei den Schalenstrukturen von Weichtieren oder beim Echinodermenskelett, so erlangt die Ausscheidung bemerkenswert frühzeitig ein deutlich kristallines, aber nicht etwa sphärolithisches Gefüge. Die chemisch-physikalischen (osmotischen) Lebensbedingungen fallen hier mit günstigen Kristallisationsbedingungen zusammen. Andererseits konnte O. Bütschli (Abh. Göttinger Akad. Math.-phys. Kl. **6**. 1908) Kalkgallerte künstlich im kolloidalen Medium toter organischer Substanzen konservieren.

In diesem Zusammenhange hat ein Einzelfund Interesse, bei welchem sicher erweisbar die sphärolithische Ausscheidungsform des Kalkes ohne Mitwirkung von Organismen, aber auf kolloidaler Grundlage entstanden ist. Nur handelt es sich dabei nicht um Ooide, die als formal selbständige sphärolithische Einzelgebilde zu einem Gestein (Oolith) verkittet wurden, sondern um eine Kalkausscheidung, welche nachträglich sphärolithisch entmischt erscheint, so, wie auch bei Entglasung Sphärolithbau auftreten kann (in Réaumur'schem Porzellan). Die im folgenden beschriebene Bildung scheint nicht häufig zu sein.

Am Brothener Ufer bei Travemünde fand ich eine Septarie, bezw. den faustgroßen Detritionsrest einer als Glazialgeschiebe verfrachteten Septarie, die sich von den sonst im holsteinischen Geschiebemergel nicht seltenen Septarien dadurch unterscheidet, daß die kalkige Grundmasse eine Kugelstruktur, und die einzelnen kugelähnlichen Teilchen wiederum Septarienstruktur besitzen.

Das Aussehen des Fundstückes im Gröberen ist ganz dasjenige einer Konkretion des mitteloligocänen Septarientons, dem auch K. Gripp das Stück, das ich ihm vorwies, zuordnen möchte, eher als dem Eocän, das etwa auch in Betracht kommen könnte. Insbesondere sind die Kluftfüllungen von faserig-körnigem Calcit erfüllt, welcher genau von der topasgelben Farbe ist, wie in den Septarientonkonkretionen. Die einzelnen Sphärolithe der Grundmasse

erscheinen — abgesehen von ihren feinen, dunkler erscheinenden Septarienklüften — makroskopisch weißlich und besitzen Durchmesser von durchschnittlich 1 mm.

U. d. M. hat man nicht so sehr den Eindruck kreisähnlicher Struktureinheiten als denjenigen isolierter Sektoren, denn die erwähnte feinere Septarienstruktur beherrscht das mikroskopische Bild. Die Kluftfüllungen sind hier von gleicher Art wie bei den gröberen Septarienklüften, durch Eisenhydroxyd schwach gefärbtes Calcitaggregat, das u. d. M. relativ grobkörnig und farblos-durchsichtig erscheint — man könnte hierauf die Bezeichnung „Klarcalcit" von O. M. Reis' Achatfüllmassen (s. unten) übertragen.

Die makroskopisch weißliche sphärolithische Grundmasse besitzt dagegen im Dünnschliffbilde Trübungsfarben und einen feinen Faserbau, bei dem eine gewisse Unregelmäßigkeit auffällt, wenn man ihn mit Calcitsphärolithen aus Drusenfüllungen vergleicht[1]. Die Calcitfasern bilden lauter einzelne Büschel und fiederige Büschelgruppen, die an manche Eisblumenbildungen erinnern und bei gestörten Sphärolithbildungen von anderer chemischer Natur, z. B. bei Chalcedon, sonst nicht selten sind. Immerhin bleibt eine annähernd radiale Orientierung der Fasern gegenüber dem Sphärolithzentrum bestehen, die es erleichtert, die kristallographische Orientierung der sehr feinen Kristallfasern zu ermitteln: Faserachse = ć[2], wie meist bei Calcit, der auch nach dem Ausfall der Meigen'schen Probe sowie nach dem später zu erwähnenden Mg-Gehalt die in Frage kommende Modifikation des $CaCO_3$ ist. Nach dem mikroskopischen Bilde ist schätzungsweise das Volumverhältnis von Grundmasse zur Menge der Kluftfüllungen wie 4 : 1.

---

[1] Z. B. liegen mir sehr regelmäßige Calcitsphärolithe in Hohlräumen (Bohrgängen) eines wohl ziemlich gleichalterigen verkalkten Treibholzes vor, das, aus alttertiärem Ton stammend, als Geschiebe bei Wandsbek gefunden wurde.

[2] Schon erkennbar ohne Einschaltung von gekreuzten Nicols und Gips I. O. lediglich bei eingeschaltetem Polarisator, indem die Brechungsunterschiede des ordentlichen und des außerordentlichen Strahles des Calcits die Faserkonturen in den zueinander ⊥ Quadranten eines Sphärolithen verschieden deutlich hervortreten lassen.

Lösungsversuche mit Salzsäure oder Essigsäure ergaben, daß die Kluftfüllungen relativ schnell und rückstandslos gelöst werden, daß aber die sich langsamer auflösende Grundmasse einen Rückstand von 5,37 % hinterläßt, berechnet aus einem Rückstand des Gesteins von 4,3 %, der aber, wie auch das Dünnschliffbild zeigte, auf Kosten der sphärolithischen Grundmasse zu setzen ist. Der Rückstand wurde chemisch, durch qualitative Proben, als tonartig erkannt, er ist offenbar als Kolloidton (Allophanoidton) anzusprechen. Das Carbonat des Gesteins (95,7 %) setzt sich aus 89,6 % $CaCO_3$ und 6,1 % $MgCO_3$ (= 6,8 von 100 Teilen Carbonat) zusammen[1].

Somit ergibt sich folgende Deutung der Bildungsgeschichte unseres Septariengesteins: Die Konzentration des wandernden Kalkcarbonates ging in einem überaus feinen Allophanoidschlamm vor sich, wie er im Oligocänmeer unter einem noch ziemlich warmen Klima ausgeflockt wurde. Das Carbonat erhielt sich auch nach erfolgter Konzentration zusammen mit dem Tonkolloid zunächst noch im Gelstadium. Ein kolloidales Vorstadium der Septarien wurde schon von O. M. Reis für Vorkommnisse im fränkischen *Trigonodus*-Kalk angenommen. Die gröberen Septarienklüfte sind die Begleiterscheinung einer Wasserabgabe der Gele, die zunächst noch ohne innere Differenzierung der konkretionären Masse erfolgte, während zugleich Klarcalcit begann, die Klüfte zu erfüllen. Alsbald bildete sich aber auch in der Gelgrundmasse Calcit, von zahlreichen kleinsten Primärkörnchen aus, die etwa besonders kalkreichen Gelflocken angehörten, mit gestörtem Faserbau vorschreitend, wie er durch das zähe Tonkolloid bedingt wurde. Gleichzeitig wurde

[1] Damit ist die Mischungslücke zwischen Mg-haltigem Calcit und kalkhaltigem Magnesit, die nach mineralchemischen Angaben bei 7,31 % $MgCO_3$ beginnt, innegehalten. Nach Bütschli's (l. c.) Angaben über den Mg-Gehalt der organogenen Calcite — 16,99 % $MgCO_3$ in den Calcitausscheidungen der Kalkalge *Amphiroa tribulus* und 12,52 % in denjenigen der Foraminifere *Orbitolites complanata* — wäre die Mischungslücke übrigens viel enger als nach den Angaben der rein mineralogischen Literatur, wobei allerdings noch die Möglichkeit zu berücksichtigen wäre, daß in diesen organogenen Mg-reichen Calciten kleinste Dolomitrhomboeder eingeschlossen sind, wie nach Rosenbusch oft in anorganisch gebildeten Calciten.

wiederum Wasser abgegeben und Raum frei, weswegen mit der kristallinen Phase sogleich Spannungen und Sektorensprünge auftraten, deren Weitungen wiederum mit Klarcalcit ausgekleidet wurden. Kalkgallerte von der Dichte 2,25—2,45 wurde übergeführt in Calcit von der Dichte 2,72, wobei eine allmähliche Volumverringerung etwa im Verhältnis 64:53 erfolgte. Das ist eine Verringerung um etwas weniger als $\frac{1}{5}$, dem schätzungsgemäßen Anteil der Kluftfüllungen am Gesamtvolumen des Septariengesteins. Aber der Vorgang war gewiß komplizierter, als daß er mit diesen Zahlen umschrieben werden könnte. Das Füllmaterial der Klüfte kann zum Teil aufgelöster und wiederabgeschiedener Kalk der Grundmasse, zum Teil von außen zugeführter sein, etwa gleichzeitige Volumveränderungen der Tonsubstanz der Grundmasse sind noch nicht in Rechnung gesetzt usw. Daß aber die Zerklüftung für jeden Sphärolith sozusagen besonders erfolgte und mit dem ihm eigenen Substanzgemisch bezw. der Entmischung zusammenhängt, läßt sich aus der noch weiter zu behandelnden Tatsache vermuten, daß die Klüfte, aus dem Innern jedes Sphärolithen ausstrahlend, nach außen hin auskeilen.

Ich glaube bei diesem Deutungsversuch ohne das Stadium des Vaterit (Vaterit Linck = Vater's III. Modifikation von 1895) auskommen zu können, der nach O. M. Reis als unbeständige kristalline Modifikation in den Drusenräumen des Melaphyrs von Talböckelheim, Glan—Nahegebiet, erschien, um später im sog. „Calcitachat" aufzugehen (Geogn. Jahresh. **29—31**. 1916—18 u. Centralbl. f. Min. etc. 1920. p. 241). Gemeinsam ist beiden Bildungen die behinderte Stoffdiffusion während ihrer Entstehungsphasen. Allerdings besteht beim Calcitachat die störende Verunreinigung nicht aus Ton, sondern nach Reis' Untersuchungen aus einem dem sog. „Feinchalcedon" wohl voraufgegangenen Opal, welcher trotz seiner Menge (20% Feinchalcedon) wohl eine schnellere Umwandlung der Kalkgallerte in eine kristalline Phase zuließ. Die Größe der Kristallindividuen des heutigen Calcitachates spricht dabei für Reis' Annahme, daß diese durch Umkristallisation, oder genauer durch allmähliche Umwandlung des Vaterits entstanden sind, zu einer Zeit, als jene 20% Verunreinigung

schon nicht mehr Gelcharakter trugen, sondern Feinchalcedon waren und sich nun dem Kristallisationsvorgang des Calcits gegenüber so indifferent verhielten wie die Sandkörner des Kristallsandsteins (Kugelsandsteins). In unserem Falle waren offenbar die Kristallisationsbedingungen trotz der geringeren Masse des verunreinigenden Stoffes, der aber als Schutzkolloid besonders wirksam war, ungünstiger als im Falle des Calcitachates, denn das Kalkcarbonat hat es hier bis heute nur zu einem gestörten Sphärolithbau gebracht.

Reis hat Recht, wenn er dem gallertartigen Kalkcarbonat eine Rolle bei der Bildung mancher Geoden, insbesondere der Septarien, zuschreibt. Ich glaube seine diesbezügliche Bemerkung (a. a. O. p. 241) dahin ergänzen zu sollen, daß bei der Septarienbildung Tongel ein notwendiger Faktor ist, auch wenn die Masse des Tones in der fertigen Septarie nicht groß erscheint.

Mit Recht zieht Reis auch die Ooide mit Kegelstruktur (zersprungenen Ooide) zum Vergleich heran, wie sie aus permocarbonischen Ablagerungen, aus dem untertriassischen Rogenstein und den Limonitoolithen des schwäbischen Doggers bekannt sind. Auch sie entstanden nach Reis in einer Schlammtrübe, nur daß hier unsere genetische Deutung durch spätere Umkristallisationsvorgänge in noch stärkerem Maße erschwert wird als beim Calcitachat. Außerdem scheint bei den zerrissenen Ooiden nach der Literatur nicht ganz klar, ob das Zerreißen von außen nach innen oder umgekehrt vor sich gegangen ist — nach manchen Bildern liegt die erstere Annahme näher, nach den Beschreibungen bei Kalkowsky (Z. d. D. Geol. Ges. **60**. 1908) und O. M. Reis (dies. Jahrb. 1908. II. p. 114 ff.) mehr die letztere. Diese Frage wäre weiterer Beachtung wert. Ist doch bei den Septarien sogar die prinzipiellere genetische Frage, ob Expansion oder Kontraktion anzunehmen sei, Gegenstand eines Streites im Geol. Mag. **10**. 1913 gewesen. Im letzteren Falle scheint nach meinen Beobachtungen über die gröbere (normale) Septarienstruktur sowohl wie über die hier beschriebene Struktur von geringerer Größenordnung in der Septarien-Grundmasse nur die Vorstellung einer Kontraktion möglich, die im Innern das größte Ausmaß besaß und nach außen zu ausklingt, offenbar, weil ein ur-

sprünglicheres Kolloid als Zentrum eines Konzentrationsvorganges wasserreicher, weniger dicht war, als die nachträglich peripher sich ansammelnden und verdichtenden Gelmassen.

Umschau haltend nach weiteren Vorkommnissen von Kalkkonkretionen mit sphärolithischer Struktur erinnere ich mich nur gewisser selten beobachteter Luftkammerfüllungen von Cephalopoden aus Doggertonen, z. B. von Bielefeld, wo eine undeutlich-kugelige Struktur in sonst ziemlich homogenen Kalkfüllungen sichtbar war, meist allerdings nur in den Winkeln der Septalräume. Es liegt sehr nahe, auch hier behinderte Diffusion und längeres Bestehenbleiben des Gallertstadiums des Kalkcarbonates anzunehmen, obwohl ich mich nicht erinnere, dabei Kluftsysteme bemerkt zu haben.

Tafel-Erklärung.

Tafel I und II.

Fig. 1. Eihüllen, sowie Kiessteinkerne von Schwammnadeln (Schnüre von Erzkügelchen in den Achsenkanälen weggelöster Kieselnadeln) in einem Lägerdorfer Feuerstein (No. 27). Vergr. 77 ×.

„ 2. Aus einem Kieler Feuersteingeschiebe isoliertes Bruchstück einer Fischschuppe mit besonders deutlicher Mikrostruktur. Vergr. 47 ×.

„ 3. Knochenfragment mit Bohrgängen von *Ostracoblabe* (? Schmarotzeralge), Feuerstein No. 23 aus Lägerdorfer Quadratenkreide. Vergr. 77 ×.

„ 4. Flint No. 15 von Krywanogi südwestlich Wsielub nördlich Nowogrodek mit *Ovum hispidum (Xanthidium) ramosum* Ehb. sp. und *O. hispidum* cf. *hystrix* Lohm. Vergr. 76 ×.

„ 5. Flint der Lägerdorfer Quadratenkreide (No. 25) mit einer aufgerissenen Eihülle und bituminösen Foraminiferensteinkernen. Vergr. 77 ×.

„ 6. *Peridinium* cf. *conicum* Gran in einem Kieler Geschiebefeuerstein (No. 33). Vergr. 77 ×.

„ 7. Segmentiertes Chitinpanzerstück eines Gliedertieres (quergeschnitten) aus einem teilweise sekundären Feuerstein (Kieler Geschiebe No. 9). Vergr. 77 ×.

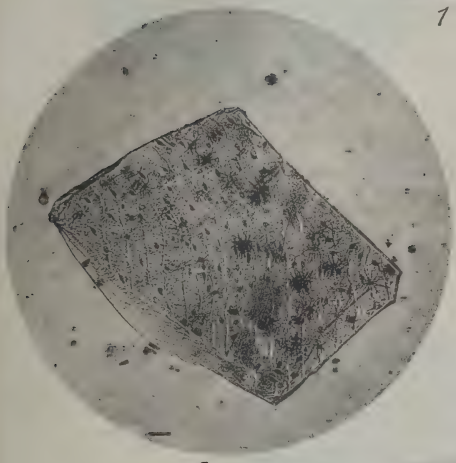
Taf. III.

Fig. 1. Geschiebe von Sedimenttuff aus dem westbaltischen Untereocänton: dunkle Glasfragmente; sehr spärlich Aschenkriställchen; rechts oben Querschnitt durch einen Diatomeenpanzer; links gelb durchsichtiger Querschnitt durch einen größeren chitinigen Tierrest. Pyritaggregate, grobkristallines Calcitzement. Vergr. 58 ×.

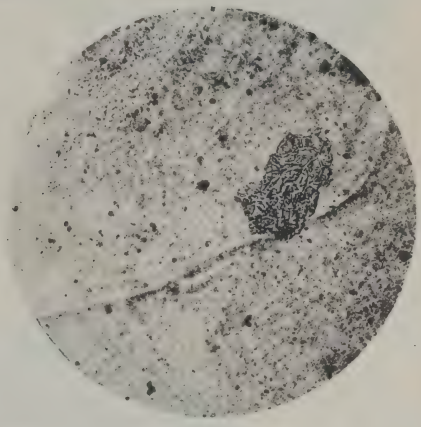
„ 2. Geschiebe eines Wassertuffes von vermutlich demselben Alter ⊥ zur Schichtebene geschnitten: helle Glaseier, meist mit Chalcedonschale, zahlreiche Querschnitte durch Biotittafeln, vereinzelt Verbiegungen zeigend. Dunkle Massen organischer Substanz, insbesondere 2 Querschnitte durch größere chitinige Tierreste, undurchsichtig (verkohlt). Links am Rande Calcitrhomboeder. Oberhalb der Mitte eine Schwammnadel mit dunklem Achsenkanal im Querschnitt. Vergr. 58 ×.

„ 3. Septariengeschiebe mit sphärolithischer Textur in natürlicher Größe. Die polyedrische Umgrenzung entspricht meist den großen Septarienklüften. Die feineren Septarienklüfte der einzelnen Sphärolithe sind auf der Photographie nur teilweise kenntlich, besonders an den dunklen Zentren der Sphärolithe.

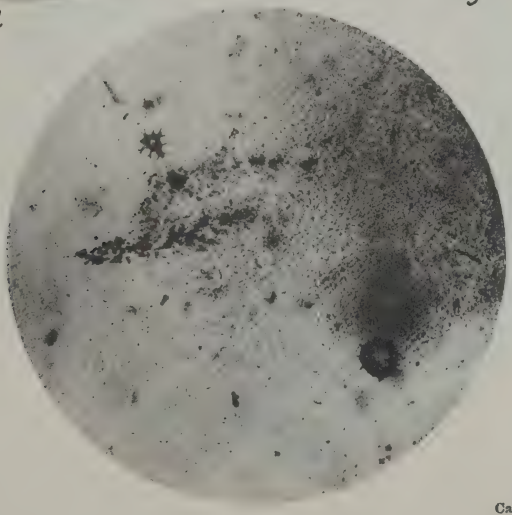
1



2



3

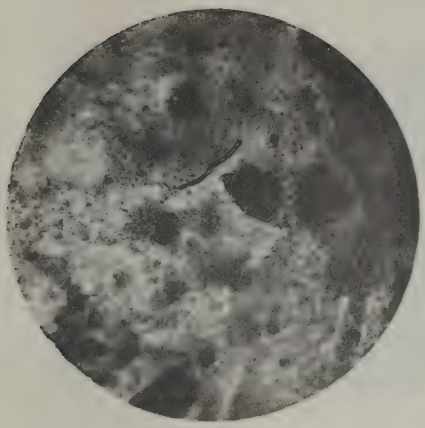


4

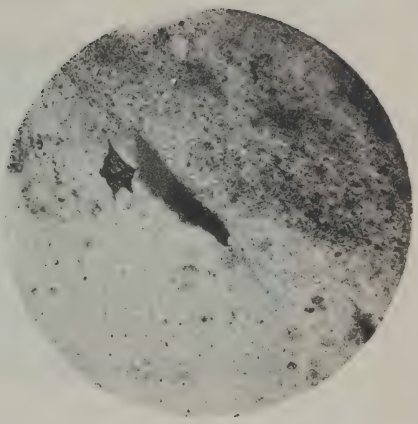
Carl Ebner, Stuttgart.

W. Wetzel: Sedimentpetrographische Studien.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS



7

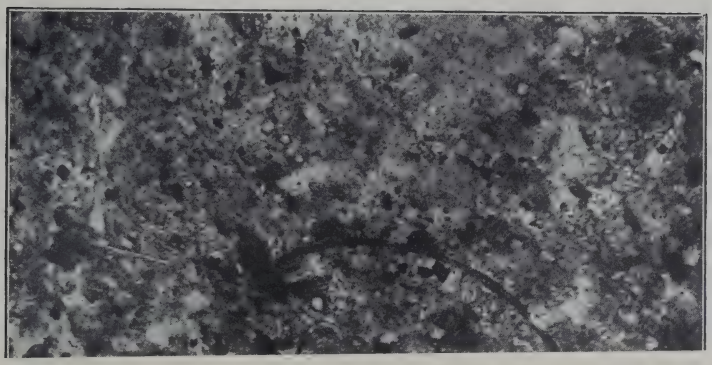


6

5

Carl Ebner, Stuttgart.

W. Wetzel: Sedimentpetrographische Studien.



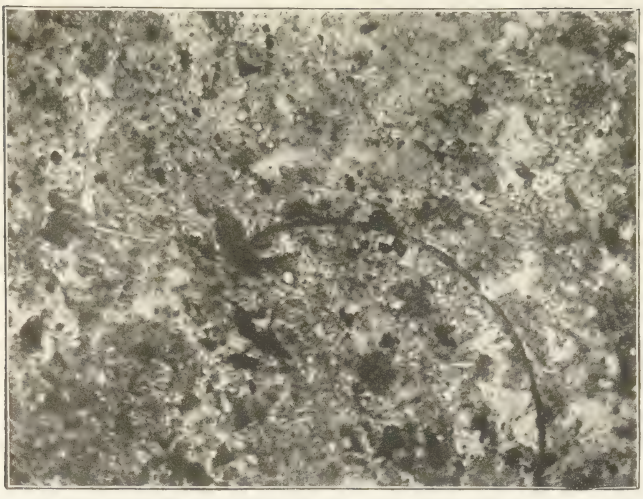


Fig. 1.

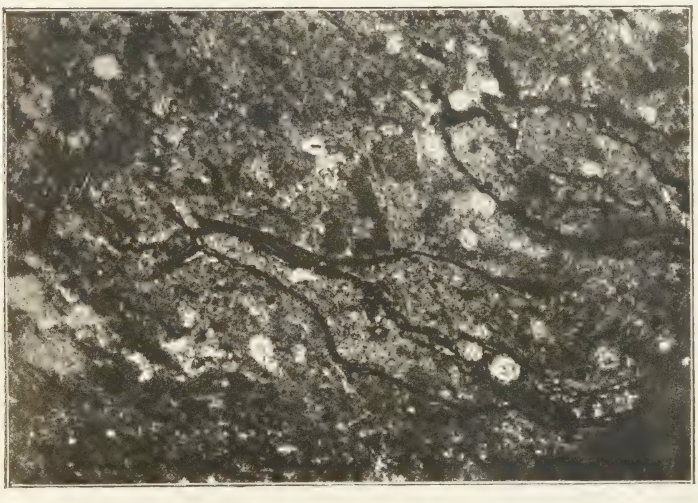


Fig. 2.

Fig. 3.

Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben
von **G. Steinmann**
ord. Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Bonn.

XXVI.

Die marine Trias in Südamerika.

Von

Dr. **Erich Jaworski**
Assistent am Geologischen Institut der Universität Bonn.

Mit Taf. IV—VI und 4 Textfiguren.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	93— 95
Literaturverzeichnis	95—101
Die geologischen Verhältnisse	101—103
Beschreibung der Fossilien	103—173
Altersbestimmung der einzelnen Vorkommen	173—183
Die Faziesverhältnisse	183—185
Die faunistischen Beziehungen	
1. des Ammonitenkalkes von Suta	185—187
2. der übrigen Vorkommen	187—189
Die geographische Verbreitung der marinen Trias in Südamerika	189—190
Die Weltstellung der südamerikanischen Trias	190—193
Nachtrag	194—198
Tafelerklärungen	199—200

Einleitung.

Als erster hat Steinmann vor rund 35 Jahren das Vorhandensein mariner Trias in Südamerika erkannt auf Grund des im Museum für Naturkunde in Berlin aufbewahrten

Materials, das Lindig bei Chaparal[1] gesammelt hat, und auf Grund der von Reiss und Stübel aus dem Utcubambatal mitgebrachten Funde. Auf Steinmann's Veranlassung haben Mojsisovics (**68**, p. 502) und Teller (**99**, p. 115 Fußnote 3) das Material näher untersucht und das Vorhandensein von *Pseudomonotis ochotica* Keys. sowie *Sibirites* sp. und *Helictites* sp. festgestellt[2]. Weiteres ist seitdem über die marine Trias von Südamerika nicht bekannt geworden bis zu den Entdeckungen, die Steinmann (**94** u. **95**) 1908 auf seiner dritten Reise nach Peru machte und in zwei kurzen Mitteilungen veröffentlichte. In diesen ist das Material nur so weit paläontologisch ausgewertet, als es zur Sicherung der stratigraphischen Ergebnisse notwendig war. 1912 hat Haseman (**42**) eine Karte der Verbreitung der marinen Trias und des Jura in Südamerika gegeben. Die Textangaben sind so allgemein gehalten und die Eintragungen auf der Karte so fehlerhaft, daß sich ein näheres Eingehen hierauf erübrigt. Ein besseres Bild geben die von einer guten Karte begleiteten Zusammenstellungen von Lisson (**61**), die aber auch nichts Neues bringen. In einer kleinen Notiz desselben Autors sind einige kleine Ammoniten aus dem Ammonitenkalk von Suta beschrieben und schlecht abgebildet, doch ist die paläontologische Deutung des Materials wenig glücklich (vgl. p. 159 u. 163 d. Arb.). Die Angaben Diener's (**29**) über die Trias von Südamerika schöpfen aus den genannten Mitteilungen von Steinmann. 1914 entdeckte Brüggen (**21**) die erste marine Trias in Chile. Hiermit ist die Literatur über die marine Trias von Südamerika erschöpft.

Die vorliegende Arbeit gibt eine ausführliche paläontologische Beschreibung des von Steinmann gesammelten Materials einschließlich der Funde von Reiss-Stübel. Die Arbeit ist im geologisch-paläontologischen Institut der Universität Bonn ausgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann, der mir das wertvolle Material anvertraut und die reichen Hilfsmittel seines Instituts zur Verfügung gestellt hat, spreche ich hierfür wie für seine

[1] Näheres über die Lage der hier und später genannten Punkte siehe p. 189 d. Arb.

[2] Näheres über die von Mojsisovics bestimmten Ammoniten s. p. 157.

vielfache liebenswürdige Hilfe meinen verbindlichsten Dank aus. Ebenso danke ich Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. R. Brauns für die Hilfe bei der Untersuchung der Dünnschliffe und der Lösungsrückstände der Gesteine.

Die Abbildungen sind, soweit nicht in natürlicher Größe, nach photographischen Vergrößerungen der Originalstücke von Herrn Kokna im geologischen Institut gezeichnet. Die Originale liegen im geologischen Institut der Universität Bonn.

Literaturverzeichnis.

1. 1906. Ahlburg, Joh.: Die Trias im südlichen Oberschlesien. Abh. K. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. Heft 50.
2. 1864. Alberti, F. v.: Überblick über die Trias mit Berücksichtigung ihres Vorkommens in den Alpen. Stuttgart 1864.
3. 1892. Ammon, L. v.: Die Gastropodenfauna des Hochfellenkalkes und über Gastropodenreste aus den Ablagerungen von Adneth .... Geognost. Jahresh. 5. Jahrg.
4. 1911. Arthaber, G. v.: Die Trias von Albanien. Beitr. z. Geol. u. Paläont. v. Österreich-Ungarn. **24**.
5. 1903. Bistram, A. v.: Beitrag zur Kenntnis der Fauna des unteren Lias in der Val Solda. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. **13**.
6. 1894. Bittner, A.: Zur Kenntnis der Nuculiden und Arciden der Fauna von St. Cassian. Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1894.
7. 1895. — Die Lamellibranchiaten der alpinen Trias. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. **18**. Heft 1.
8. 1899. — Himalayan Trias Brachiopoda and Lamellibranchiata. Mem. Geol. Surv. India Palaeont. Indica. Ser. XV. **3**. Pt. 2.
9. 1899. — Versteinerungen aus den Triasablagerungen des Süd-Ussuri-Gebietes in der ostsibirischen Küstenprovinz. Mém. Com. Géol. Petersburg. **7**. No. 4.
10. 1901. — Lamellibranchiaten aus der Trias des Bakonyerwaldes. Result. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees. **1**. Teil 1. Paläont. Anhang.
11. 1885. Blanckenhorn, M.: Die Trias am Nordrand der Eifel. Abh. geol. Spezialkarte Preußen. **6**. Heft 2.
12. 1905. Blaschke, F.: Die Gastropodenfauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp in Südtirol. Beitr. z. Geol. u. Paläont. v. Österreich-Ungarn. **17**.
13. 1895. Böhm, J.: Die Gastropoden des Marmolatakalkes. Palaeontographica. **42**.
14. 1901. — Über die Fauna der Pereirosschichten. Deutsch. Geol. Ges. **53**.
15. 1903. — Über die obertriadische Fauna der Bäreninsel. Kungl. Svenska Vetenskaps Akad. Handl. **37**. No. 3.
16. 1912. — Über Triasversteinerungen vom Bellsunde auf Spitzbergen. Arkiv f. Zoologie. K. Svenska Vetenskap Akad. Stockholm. **8**. No. 2.

17. 1904. Borissjak, A.: Die Pelecypoden der Juraablagerungen im europäischen Rußland. I. Nuculidae. Mém. Com. Géol. Petersburg. N. S. Lief. 11.

18. 1909. — *Pseudomonotis ochotica* Tell. der krym-kaukasischen Trias. Bull. Com. Géol. Petersburg. **28**.

19. 1903. Broili, F.: Die Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp. (Mit Ausschluß der Gastropoden und Cephalopoden.) Palaeontographica. **50**.

20. 1907. — Die Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp. Scaphopoda und Gastropoda. Palaeontographica. **54**.

21. 1914. Brüggen, J.: Contribucion a la Geologia del Valle de Huasco y del departemento de la Senera con una breve descripcion de los jacimientos de ferro. Soc. Nat. Mineria, Santiago. p. 1—14.

22. 1905. Burckhardt, C.: La faune marine de Trias supérieur de Zazatecas. Boll. Inst. Geol. Mexico. No. 21.

23. 1852. Buvignier, A.: Statist. Géol., Minèral .... du Départ. d. la Meuse. Paris 1852.

24. 1912. Delhaes, W.: Ein Rhätvorkommen an der patagonischen Küste. Centralbl. f. Min. etc. p. 776.

25. 1864. Deslongchamps, Eug.: Découverts sur la Géologie de la Nouvelle Calédonie; fossiles triasiques recueillis à l'île Hugon. Bull. Soc. Linnéenne de Normandie Caen. **8**.

26. 1908. Diener, C.: Ladinic, carnic and noric faunae of Spiti. Mem. Geol. Surv. India. Palaeont. Indica. Ser. XV. **5**. Mem. No. 3.

27. 1913. — Triassic faunae of Kashmir. Mem. Geol. Surv. India. Palaeont. Indica. N. S. **5**. No. 1.

28. 1915. — Japanische Triasfaunen. Denkschrift k. k. Akad. Wissensch. Wien. Math.-Nat. Kl. **92**.

29. 1915. — Die marinen Reiche der Triasperiode. Denkschr. k. k. Akad. Wissensch. Wien. Math.-nat. Kl. **92**.

30. 1895. Di-Stefano, G.: Lo scisto marnoso con *Myophoria vestita* della Punta delle Pietre Nere in provincia di Foggia. Boll. del. R. Com. Geol. d'Italia. **26**.

31. 1864. Dittmar, A. v.: Die *Contorta*-Zone, ihre Verbreitung und ihre organischen Einschlüsse. München 1864.

32. 1904. Frech, F.: Neue Zweischaler und Brachiopoden aus der Bakonyer Trias. Result. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees. Bd. I. 1. Teil. Paläont. Anhang.

33. 1905. — Nachträge zu den Cephalopoden und Zweischalern der Bakonyer Trias. Result. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees. Bd. I. Teil 1. Nachtrag.

34. 1907. — Über Aviculiden von paläozoischem Habitus aus der Trias von Zazatecas. Congrès Géol. Internat. 10. Session Mexico C. R. 1. p. 327.

35. 1909. Frech, F.: Die Leitfossilien der Werfener Schichten und Nachträge zur Fauna des Muschelkalks, der Cassianer und Raibler Schichten, sowie des Rhät- und Dachsteindolomits (Hauptdolomit). Result. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees. Bd. I. Teil 1. Paläont. Anhang.

36. 1864. Gabb, W. M.: Description of triassic fossils of California and the adjacents territories. Geol. Surv. California. Palaeont. 1.

37. 1878. Geinitz, B.: Über Rhätpflanzen und Tierreste in den argentinischen Provinzen La Rioja, San Juan, Mendoza. Palaeontographica. Suppl. 3.

38. 1872—82. Gemmellaro, G.: Sopra alcune faune giuresi e liasiche della Sicilia. Palermo 1872—82.

39. 1917. Goetel, W.: Die rhätische Stufe und der unterste Lias der subtatrischen Zone in der Tatra. Bull. d. l'Acad. d. Sc. de Cracovie. Serie A.

39 a. 1856. Giebel, C.: Die Versteinerungen im Muschelkalk von Lieskau bei Halle. Abh. Naturw. Ver. Prov. Sachsen u. Thüringen. 1.

40. 1907. Grupe, O.: Der untere Keuper im südlichen Hannover. v. Koenen-Festschrift. Stuttgart 1907.

41. 1908. Häberle, M.: Paläontologische Untersuchungen triadischer Gastropoden aus dem Gebiet von Predazzo. Verh. Naturhist.-Med. Verein Heidelberg. N. F. 9. Heft 2—3.

42. 1912. Haseman, J.: Some factors of geographical distribution in South-America. Ann. New York Acad. Sciences. 22.

43. 1908. Healy, M.: The fauna of the Napeng beds or the rhaetic beds of Upper Burma. Mem. Geol. Surv. India, Palaeont. Indica. N. S. 2. Mem. 4.

44. 1905. Hyatt, A. and J. P. Smith: The triassic Cephalopod genera of America. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. 40. Wash.

45. 1906. Janensch, W.: Über die Jugendentwicklung von *Rhabdoceras Suessi* v. Hau. Centralbl. f. Min. etc. p. 710.

46. 1915. Jaworski, E.: Die Fauna der obertriadischen *Nucula*-Mergel von Misol. Paläont. v. Timor, herausg. v. Joh. Wanner. 2. Lief. Teil 5. Stuttgart 1915.

47. 1848. Keyserling, A.: Fossile Mollusken in v. Middendorff's „Sibirische Reise". Petersburg. Bd. I. Teil 1. Geognosie.

48. 1891—94. Kittl, E.: Die Gastropoden der Schichten von St. Cassian der südalpinen Trias. Annal. d. k. k. Naturh. Hofmus. 6, 7 u. 9.

49. 1894. — Die triadischen Gastropoden der Marmolata und verwandter Fundstellen in den weißen Riffkalken Südtirols. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 44.

50. 1899. — Die Gastropoden der Esinokalke nebst einer Revision der Gastropoden des Marmolatakalkes. Annal. k. k. naturhist. Hofmuseum. 14.

51. 1897. Koken, E.: Die Gastropoden der Trias um Hallstatt. Abh. k. k. geol. Reichsanst. 17. Heft 4.

52. 1898. Koken, E.: Beiträge zur Kenntnis der Gastropoden des süddeutschen Muschelkalkes. Abh. geol. Spezialk. Elsaß-Lothr. N. F. Heft 2.
53. 1913. — Beiträge zur Kenntnis der Schichten von Heiligkreuz. Abh. k. k. geol. Reichsanst. **16**. Heft 4.
54. 1909. Krafft, A. v. and C. Diener: Lower triassic Cephalopoda from Spiti, Malla Johar and Byans. Mem. Geol. Surv. India. Palaeont. Indica. Ser. XV. **6**. No. 1.
55. 1913. Krumbeck, L.: Obere Trias von Buru und Misol. Palaeontographica. Suppl. IV.
56. 1914. — Obere Trias von Sumatra. (Die Padangschichten von West-Sumatra nebst Anhang.) Palaeontographica. Suppl. IV.
57. 1864—68. Laube, G.: Die Fauna der Schichten von St. Cassian. Denkschr. k. k. Akad. Wiss. Nat.-math. Kl. Wien. **24**, **25**, **28** u. **30**.
58. 1903—08. Lethaea geognostica. Herausg. v. F. Frech. II. Teil. **1**. Trias.
59. 1911. Lissón, J.: Terrenos reconocidos hasta hoy en el Perú y sinopsis de su fauna y flora fós. Lima 1911.
60. 1913. — Edad de los fósiles Peruanos y distribución de sus depósitos, en la República. 1. Ubicación de afloramientos sincronicos y sinopsis de su fauna y flora fósiles. Lima 1913.
61. 1911. — Contribución a la Paleontologia Peruana. — Determinación de algunos fósiles del Museo de la Escuela de Ingenieros.
62. 1874. Loriol, P. de et E. Pellat: Monographie paléont. et géol. des étages sup. d. l. format. jurass. des environs de Boulogne s. m. Mém. Soc. d. physique et d'hist. Nat. de Génève. **23**.
63. 1896. Loriol, P. de et E. Koby: Etudes s. l. mollusques et Brachiopodes d. l'Oxfordien sup. et moy. du Jura Bernois. Mém. Soc. Paléont. Suisse. **23**.
64. 1878. Lundgren, B.: Studier öfver faunan i den steinkolsförande Format. i nordvestra Skane. Kongl. Sälskapets Minneskrift. Lund 1887.
65. 1863. Martin, J.: Paléont. stratigraph. de l'Infralias du départ. d. l. Côte d'Or. Mém. Soc. Géol. d. France. 2. Sér. **7**.
66. 1866. Meek, F. B. and A. H. Worthen: Description of the invertebrates from the carboniferous system. Geol. Surv. Illinois. **2**. Palaeont.
67. 1873—1902. Mojsisovics, E. v.: Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. Abh. k. k. geol. Reichsanst. Wien. **6**.
68. 1886. — Arktische Triasfaunen. Mém. Acad. Imp. d. sc. d. St. Pétersbourg. VII. Sér. **33**. No. 6.
69. 1888. — Über einige japanische Triasfossilien. Beitr. z. Geol. u. Paläont. Österreichs-Ungarns. **7**.
70. 1896. — Beiträge zur Kenntnis der obertriadischen Cephalopodenfaunen des Himalaya. Denkschr. k. k. Akad. Wissensch. Wien. Math.-nat. Kl. **63**.
71. 1861. Moore, Ch.: On the zone of the Lower Lias and the *Avicula contorta*-Zone. Journ. of the Geol. Soc. **17**.

72. 1901. Newton, Edwin Tully: On a remarcable volcanic vent of tertiary age in the island Arran, enclosing mesozoic fossiliferous rocks. Pt. 2. Palaeont. Notes. Quart. Journ. Geol. Soc. **57**.
73. 1880. Noetling, F.: Die Entwicklung der Trias in Niederschlesien. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **32**.
74. 1856. Oppel, A. und E. Suess: Über die mutmaßlichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. Sitzungsber. d. k. k. Akad. Wissensch. Wien. Math.-nat. Kl. **21**.
75. 1843. Paléontologie Française, Terrains crétacées. Lamellibranchiata.
76. 1889. Parona, F.: Studio monografico della fauna Raibliana di Lombardia. Pavia 1889.
77. 1868. Pflücker y Rico, L.: Das Rhät in der Umgegend von Göttingen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **20**.
78. 1898. Philippi, E.: Die Fauna des unteren *Trigonodus*-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen und der sog. Cannstätter Kreidemergel. Jahresh. Ver. f. vaterländ. Naturk. in Württemberg.
79. 1904. Philipp, H.: Paläontologisch-geologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Predazzo. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **56**.
80. 1901. Picard, E.: Beitrag zur Kenntnis der Glossophoren der mitteldeutschen Trias. Jahrb. k. preuß. geol. Landesanst. **22**. Heft 4.
81. 1890. Pichler, A.: Zur Geologie von Tirol. Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien.
82. 1910. Principi, P.: Fossili retici del gruppo montuoso d'Amelia (Umbria). Riv. Ital. Palaeont. Jahrg. 16.
83. 1858. Quenstedt, A.: Der Jura. Tübingen.
84. 1885. — Handbuch der Petrefaktenkunde. 3. Aufl. Tübingen.
85. 1906. Renz, C.: Über Halobien und Daonellen aus Griechenland. Dies. Jahrb. I.
86. 1882. Roeder, A.: Beitrag zur Kenntnis des „Terrain à chailles" und seiner Zweischaler in der Umgegend von Pfirt im Oberelsaß. Straßburg 1882.
86 a. 1851. Römer, F.: Über einige neue Versteinerungen aus dem Muschelkalk von Willebadessen. Palaeontographica. **1**.
87. 1858. Rolle, F.: Über einige an der Grenze von Keuper und Lias in Schwaben auftretende Versteinerungen. Sitzungsber. k. k. Akad. Wissensch. Wien. Math.-nat. Kl. **26**.
88. 1892. Rothpletz, A.: Die Perm-, Trias- und Juraformation auf Timor und Rotti. Palaeontographica. **39**.
89. 1895. Salomon, W.: Geologische und paläontologische Studien über die Marmolata. Palaeontographica. **42**.
90. 1909. Scalia, S.: Il Gruppo del Monte Judica. Boll. Soc. Geol. Ital. **28**.
91. 1914. Smith, J. P.: The middle triassic marine invertebrate fauna of North America. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. **83**.
92. 1902. — Über Pelecypodenzonen in der Trias Nordamerikas. Centralbl. f. Min. etc. p. 689.

93. 1899. Solms-Laubach, H. Graf zu und G. Steinmann: Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XII.
94. 1909. Steinmann, G.: Keine marine Trias in Südamerika. Centralbl. f. Min. etc. p. 1.
95. 1909. — Über marine Trias in Peru. Centralbl. f. Min. etc. p. 616.
96. 1860—65. Stoppani, A.: Géol. et Paléont. des couches à *Avicula contorta*. Mailand 1860—65.
97. 1857. Schauroth, C. v.: Die Schaltierreste der Lettenkohlenformation des Großherzogtums Koburg. Deutsch. Geol. Ges. **9**.
98. 1919. Schiller, W.: Geologie und Erdöl von Comodoro Rivadavia (Patagonien). Geolog. Rundschau. **10**. p. 14.
99. 1886. Teller, F.: Die Pelecypodenfauna von Werchojansk in Ostsibirien in E. v. Mojsisovics' „Arktische Triasfaunen". Mém. Acad. d. Sc. St. Pétersbourg. 6. Sér. **33**. No. 6.
100. 1865. Terquem, O. et Ed. Piette: Le Lias de l'Est d. l. France. Mém. Soc. Géol. d. l. France. 2. Sér. 8.
101. 1855. Terquem, O.: Paléont. d. l'étage inf. de la format. liasique d. l. Province de Louxembourg .... Mém. Soc. Géol. d. l. France. 2. Sér. **5**.
102. 1917. Tilmann, N.: Die Fauna des unteren und mittleren Lias von Nord- und Mittel-Peru. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XLI.
103. 1917. Trechman: The Trias of New Zealand. Quart. Journ. Geol. Soc. **73**. p. 165—244.
104. 1907. Wanner, Joh.: Triaspetrefakten der Molukken und des Timorarchipels. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIV.
105. 1914. Welter, O.: Die obertriadischen Ammoniten und Nautiliden von Timor. Paläontologie von Timor, herausgegeben von Joh. Wanner. 1. Lief. Stuttgart.
106. 1885. Whitheaves, J. F.: On some fossils from the triassic rocks of British Columbia. Contr. Canadian Palaeont. **1**, 2.
107. 1861. Winkler, G.: Der Oberkeuper nach Studien in den Bayerischen Alpen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **13**.
108. 1908. Wittenburg, P. v.: Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Geol. u. paläont. Abh. Herausgegeben von E. Koken. N. F. 8.
109. 1913. — Sur la forme charactéristique du *Pseudomonotis* du Trias sup. du Caucase et d'Alasca. Bull. Acad. Imp. d. Sc. d. St. Pétersbourg. (Russisch.)
110. 1893. Wöhrmann, S. v.: Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. **43**.
111. 1889. — Die Fauna der sog. *Cardita*- und Raibler Schichten in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. **39**.
112. 1892. Wöhrmann, S. v. und E. Koken: Die Fauna der Raibler Schichten vom Schlernplateau. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **44**.
113. 1907. Zeller, F.: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. Centralbl. f. Min. etc. p. 19.

114. 1908. Zeller, F.: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXV.
115. 1864. Zittel, K.: Fossile Mollusken und Echinodermen aus Neuseeland. In „Paläontologie von Neuseeland". Reise der Novara um die Erde. Geologischer Teil. 1, 2.

Die geologischen Verhältnisse.

1. **Die Fundpunkte im Utcubambatal.** Die Lagerungsverhältnisse sind von Steinmann (**94** u. **95**) beschrieben und von Tilmann (**102**, p. 637—42) zusammengestellt. Den genannten Arbeiten und mündlichen Mitteilungen von Herrn Geh.-Rat Steinmann entnehme ich folgendes: Das Längstal des Utcubamba ist in eine flachgewellte Synklinale mit steilstehendem bis überkipptem Westflügel eingeschnitten. Die ältesten fossilführenden Schichten sind Crinoidenkalke des Carbon. Darüber folgen helle mächtige Kalke, die in ihrem unteren Teil der oberen Trias, in ihrem oberen Teil dem unteren und mittleren (?) Lias angehören. Zwischen beide schalten sich fossilleere rote Sandsteine, Bröckelschiefer und Konglomerate ein, die wohl die oberste Trias vertreten. Infolge tektonischer Störungen erscheint der Unterlias nicht nur im normalen Schichtverband, sondern tritt auch unter den *Pseudomonotis*-Schichten auf.

Die Ammonitenkalke von Suta bestehen aus einem sehr reinen, dichten, grauen Kalk, mit splitterigem Bruch, der gelblich-hellgrau verwittert. Die Fossilien sind verkieselt. Der Dünnschliff zeigt neugebildeten Quarz als Versteinerungsmittel und Calcitkristalle. Mikroorganismen fehlen. Der ganz geringe Lösungsrückstand[1] besteht u. d. M. aus winzig kleinen Quarzen. Herr Geh.-Rat Brauns, der mich bei diesen Untersuchungen unterstützte, stellte Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz fest, die das charakteristische Aussehen der Einschlüsse von Granitquarzen zeigen. Die Quarze sind scharfsplitterig, ohne jede Spur von Kristallflächen und demnach sicher nicht neugebildet, sondern feinster Detritus. Außerdem wurde Zirkon nachgewiesen und winzige Schüppchen eines anscheinend kaolinähnlichen Minerals. Feldspäte fehlen.

[1] Es handelt sich stets um den Lösungsrückstand in reiner, verdünnter, kalter H Cl.

Die *Pseudomonotis*-Kalke von Suta und Sunibamba, zwischen Suta und Tambo de Chillo bestehen aus einem dichten, nicht kristallinen, hell gelblichgrauen bis dunkelgrauen, hellgrau verwitternden Kalk. Ein Handstück zeigt einen tiefschwarzen, splittrigen Stinkkalk, ein anderes Stück von Suta besteht aus einer Lumachelle von schneeweißen *Pseudomonotis*-Schalen, die in solcher Menge auftreten, daß das Gestein schieferig spaltet. Der Dünnschliff von Sunibamba zeigt außer kleinen Quarzsplittern nichts Besonderes. Der Lösungsrückstand ist etwas reichlicher als bei dem Ammonitenkalk von Suta und besteht ebenfalls nur aus winzigen Quarzen.

Die *Pseudomonotis*-Kalke von Leimebamba bestehen aus einem grauen bis schwärzlichen, gelblichgrau verwitternden, halbkristallinen, reinen Kalkstein, der beim Zerschlagen einen schwachen Bitumengeruch gibt. Der Dünnschliff zeigt nichts Besonderes. Der geringe Lösungsrückstand besteht aus winzigen Quarzen.

Der *Pseudomonotis*-Kalk von Lluy liegt, wie mir Herr Geh.-Rat Steinmann mitteilt, auf carbonen Crinoidenkalken und wird von Kreide überlagert. Das Gestein ist ein auf frischem Bruch graumelierter Kalk, der von zahlreichen weißen Calcitäderchen und vor allem auf der Oberfläche der Fossilien von feinen Eisenhäutchen durchzogen wird. Beim Zerschlagen schwacher Bitumengeruch. Er verwittert schmutzig gelbgrau. Im Dünnschliff nichts Besonderes. Der ganz geringe Lösungsrückstand besteht aus feinstem Quarzstaub.

2. **Myophorienkalk von Huairas.** Nach Steinmann's Angaben liegt „ein mächtiger Komplex von Dolomiten und geschichteten dunklen Kalken über paläozoischen oder vorpaläozoischen Schiefergesteinen". Das Gestein besteht aus einem schwarzen, grau verwitternden Kalk, der in jeder Hinsicht mit dem unten beschriebenen Myophorienkalk von Cerro de Pasco übereinstimmt, nur sind die Fossilien vollständig verkieselt. Der Dünnschliff zeigt nichts Besonderes. Der geringe, durch organische Substanz dunkel gefärbte, schleimigflockige Lösungsrückstand besteht, wie die chemische Untersuchung zeigt, nur aus Gips. Da keine nennenswerten Mengen von Fe vorhanden sind, kann der Gips nicht durch wechselseitige Umsetzung zwischen Pyrit und Calcit entstanden,

sondern muß als solcher abgeschieden sein. Ein Handstück, das *Pseudomonotis ochotica* Keys. in großer Menge und sonst keine Fossilien enthält, gibt beim Zerschlagen Bitumengeruch und beim Anhauchen einen schwachen Tongeruch. Der ganz geringe Lösungsrückstand besteht aus winzigen Quarzsplitterchen.

3. **Myophorienkalk von Uliachin bei Cerro de Pasco.** Die mächtigen Triaskalke von Cerro de Pasco, die auch das Muttergestein des Erzvorkommens bilden, liegen auf Carbon und werden von Kreide überlagert. Das Gestein ist frisch ein tiefschwarzer Kalk, der mit einer weichen, grauen Rinde verwittert und beim Zerschlagen nach Bitumen riecht. Er wird von zahllosen schneeweißen Querbrüchen großer Myophorien und von Calcitadern durchzogen und zeigt gelegentlich Pyritkristalle. Beim Verwittern kommen in einzelnen Stücken massenhaft nicht näher bestimmbare kleine Gastropoden und Zweischaler zum Vorschein. Der Dünnschliff zeigt keine Spur von Mikroorganismen, aber kleine Quarzsplitter, die sich auch in dem unbedeutenden Lösungsrückstand finden. Im Gegensatz zum Myophorienkalk von Huairas sind die Fossilien nicht oder nur ganz schwach verkieselt.

4. **Konglomerat von Uliachin bei Cerro de Pasco.** Das Stück, welches die vorzüglich verkieselten Fossilien geliefert hat, ist ein Geröll von Triaskalk, das aus einem Konglomerat von nicht sicher bestimmtem Alter stammt. Das fragliche Konglomerat liegt diskordant auf den Triaskalken, so daß das Geröll wohl unmittelbar aus dem aufgearbeiteten Untergrund stammt. Nach Angaben von Herrn Geh.-Rat Steinmann hat das Konglomerat wahrscheinlich obercretacisches Alter.

Beschreibung der Fossilien.

Echinodermata.

Es liegen nur ein unbestimmbares Crinoidenstielglied und unbestimmbare Echinidenstacheln vor, von denen einer noch den Gelenkkopf erkennen läßt. Beides aus dem Konglomerat von Uliachin.

Außerdem Spuren von Echinodermenresten in einem Dünnschliff.

Lamellibranchiata.

Avicula Di-Stefanoi n. nom.

Literatur:

1866. syn.? *Avicula Gea* d'Orb. Laube, **57**. p. 50. Taf. 16 Fig. 9.
1889. syn.? *Avicula Gea* d'Orb. Parona, **76**. p. 93. Taf. 8 Fig. 7.
1895. *Avicula Gea* d'Orb. Di-Stefano, **30**. p. 19. Taf. 1 Fig. 1—9.

Material: 1 linke verkieselte Klappe.
Maße: Länge etwa 20 mm. Höhe 14,5 mm. Dicke 5 mm.

Beschreibung: Der Wirbel liegt weit vorne und überragt den geraden Schloßrand etwas. Das Vorderohr und der benachbarte Wirbelteil ist abgebrochen. Der erhaltene Teil des Vorderrandes läuft geradlinig nach hinten-unten und ist etwa in seiner Mitte ganz leicht konkav eingebogen. Der Unterrand ist kräftig konvex gebogen. Der Hinterrand ist nur ganz schwach konkav eingebogen und verläuft senkrecht zum Schloßrand, der am Hinterende in ein spitzes Ohr ausgezogen ist. Die Schale ist kräftig gewölbt. Die Linie stärkster Wölbung zieht vom Wirbel schräg nach hinten-unten und bildet mit dem Schloßrand einen Winkel von 45°. Der hintere verbreiterte Schalenteil ist durch eine undeutliche feine Furche nach vorne abgegrenzt, die vom Wirbel nach hinten-unten zieht und gegen den Unterrand zu verwischt. An ihr biegen die Anwachsstreifen senkrecht nach oben. Die Skulptur besteht aus ziemlich kräftigen, konzentrischen, etwas unregelmäßigen Anwachslamellen.

Bemerkungen: Das Charakteristische der Art ist der fast senkrecht verlaufende, wenig gebogene Hinterrand und das Fehlen der Einbuchtung unter dem hinteren Ohr. Das Stück stimmt mit der Abbildung von Di-Stefano gut überein, ist aber etwas höher. Hierdurch nähert es sich der *Avicula cassiana* Bittn.[1], bei der aber der Hinterrand gerundet, nicht senkrecht abgestutzt und unter dem Ohr eingebuchtet ist. Nach Bittner stehen die Stücke von Di-Stefano der *Avicula* cf. *Stoppani* Tomm.[2] sehr nahe, doch ist bei letzterer der Hinterrand breit gerundet, nicht senkrecht abgestutzt und unter dem Ohr tief eingebuchtet. Eine Ab-

[1] Bittner, **7**. p. 71. Taf. 8 Fig. 6—8.
[2] Bittner, ebenda. p. 70. Taf. 8 Fig. 14—15.

trennung der sizilianischen Exemplare unter einem neuen Namen als *Av. Di-Stefanoi* n. nom. ist daher angebracht. Mit *Av. Sturi* Bittn.[1] hat die Art die feine, den hinteren Schalenteil abtrennende Furche gemeinsam. Das Stück, das Laube a. a. O. als *Av. Gea* d'Orb. abbildet und das Bittner zu *Av. cassiana* Bittn. stellt, stimmt in der Form des Unterrandes mit *Av. Di-Stefanoi* n. nom. überein und unterscheidet sich durch den geraden Hinterrand und das Fehlen der Einbuchtung unter dem Ohr von *Av. cassiana* Bittn. Wahrscheinlich gehört es zu *Av. Di-Stefanoi* n. nom. und nicht zu *Av. cassiana* Bittn. *Av. Hofmanni* Bittn.[2] aus der karnischen Trias von Mexiko gehört gleichfalls zu der Gruppe glatter Aviculiden. Den Triasformen sehr nahe steht *Av. Dunkeri* Terqu. und Verwandte aus dem Lias[3].

Fundort: Geröll von Junin.

Vorkommen: Findet sich in der karnischen Stufe von Süditalien; wahrscheinlich auch bei St. Cassian und in den Raibler Schichten der Lombardei. Nahestehende Arten in den Cassianer und *Cardita*-Schichten der Alpen, sowie in der karnischen Stufe von Mexiko.

Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell.

Taf. IV Fig. 1—4.

Literatur:

1848. *Avicula ochotica* Keys. Graf Keyserling, **47**. p. 257. Taf. 6 Fig. 15—17.
1864. *Monotis subcircularis* Gabb. Gabb, **36**. p. 31. Taf. 6 Fig. 29, 29 a.
1885. *Monotis subcircularis* Gabb. Whitheaves, **106**. p. 131. Taf. 17 Fig. 3, 3 a.
1886. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. Teller, **99**. p. 116. Taf. 17 Fig. 1—15, Taf. 18 Fig. 1—11.
1888. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. F. v. Mojsisovics, **69**. p. 175. Taf. 2 Fig. 6—8.
1892. *? Monotis salinaria* Rothpl. Rothpletz, **88**. p. 91. Taf. 13 Fig. 1—3.
1905. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. Lethaea geognostica. Trias. Taf. 68 Fig. 2—3.
1906. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. var. *densistriata* Tell. Renz, **85**. p. 39. Taf. 3 Fig. 6, 8.
1907. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. var. *densistriata* Tell. Wanner, **104**. p. 189. Taf. 8 Fig. 9.

[1] Bittner, ebenda. p. 69. Taf. 8 Fig. 1—4.
[2] Frech, **34**. p. 332. Taf. 1 Fig. 4.
[3] Terquem, **101**. p. 314. Taf. 21 Fig. 12.

1909. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. A. Borissjak, **18**. p. 99. Taf. 4 Fig. 1—8.
1909. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. Frech, **35**. p. 17—18.
1912. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. var. *densistriata* Tell. Böhm, **16**. p. 6. Taf. 1 Fig. 9.
1913. *Pseudomonotis subcircularis* Gabb. v. Wittenburg, **109**. p. 485. Taf. 1 Fig. 5—7.
1915. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. Diener, **28**. p. 26. Taf. 4 Fig. 5—8.
1918. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. Trechman, **103**. p. 193. Taf. 19 Fig. 1—8.

Material: 14 linke und 15 rechte isolierte Klappen, zum größten Teile Schalenexemplare; 2 zusammenhängende Klappen und zahlreiche Bruchstücke. Das Material ist weniger verdrückt als die Teller'schen Originale.

Beschreibung: Die Form stimmt mit den Abbildungen von Gabb und Borissjak, die eine klarere Vorstellung geben als das verdrückte sibirische Material, vollkommen überein. Sie ist länglich oval, in der Richtung der Diagonale nach hinten-unten ausgezogen. Der Wirbel ist dem Vorderrand genähert, schräg nach vorne gerichtet, kräftig eingekrümmt und überragt den Schloßrand. Der Wölbungsunterschied der beiden Klappen ist gering, die linke Klappe oft etwas stärker gewölbt als die rechte. Die Wölbung und die kräftige Einkrümmung des Wirbels tritt an Jugendexemplaren am besten hervor. Beide Klappen haben ein breites hinteres Ohr, die rechte ein winziges, vorderes Byssusohr (Fig. 2). Die Skulptur besteht aus kräftigen Radialrippen erster, zweiter und dritter Ordnung. Das hintere Ohr ist glatt. Die Zahl der Rippen erster Ordnung schwankt zwischen 12—25. Bei den meisten Stücken liegt sie zwischen 16—20. Feine konzentrische Anwachslamellen lassen die Rippen bei guter Erhaltung zart geschuppt erscheinen (Fig. 4). Außerdem sind in größeren Abständen konzentrische Anwachsfalten vorhanden. Mehrere der von Teller beschriebenen Varietäten, die sich hauptsächlich auf Unterschiede in der Ausbildung der Radialrippen stützen, finden sich unter dem peruanischen Material wieder. Bereits in der Jugend lassen sich die einzelnen Varietäten deutlich auseinander halten.

Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell. forma *typica*. Hierhin gehören einige Stücke, die sich durch die deutlichen Größenunterschiede der Rippen verschiedener Ordnung aus-

zeichnen. Die Exemplare aus dem Ammonitenkalk von Suta (Fig. 1) haben durchweg nur 14 Primärrippen und stimmen darin mit der Fig. 1 Taf. 17 bei Teller überein, doch reichen die Sekundärrippen weiter nach dem Wirbel herauf, wie dies für die var. *densistriata* charakteristisch ist. Andererseits erinnert die auch bei sehr großen Exemplaren starke Reduktion der Tertiärrippen an die var. *eurhachis* Tell. Die Exemplare von Suta, die in den genannten Merkmalen sehr konstant sind, nehmen eine Zwischenstellung zwischen der forma *typica* Tell., Taf. 17 Fig. 1 und der var. *eurhachis* Tell. ein, von der sie sich durch den erheblich geringeren Größenunterschied zwischen den Rippen 1. und 2. Ordnung unterscheiden.

Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell. var. *eurhachis* Tell. Ein Exemplar, das sehr plumpe breite Primärrippen und dünne Sekundärrippen, sowie keine Tertiärrippen aufweist, gehört dieser Varietät an.

Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell. var. *densistriata* Tell. (Fig. 2—4). Die meisten Stücke gehören hierhin. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß auch die Rippen 2. und 3. Ordnung weit nach dem Wirbel herauf reichen und sich nur wenig an Größe von den Primärrippen unterscheiden, wodurch eine sehr gleichmäßige Berippung erzielt wird. Hierher gehören, der Abbildung nach zu urteilen, auch die von Gabb und Whitheaves aus Nordamerika und von Borissjak aus der Krym und dem Kaukasus abgebildeten Stücke. Die meisten peruanischen Stücke haben 16—20 Primärrippen. Borissjak gibt 16—18, Teller 12—18 Primärrippen an. Unter den peruanischen Stücken findet sich je ein Stück mit 12 bezw. 13 bezw. über 25 Primärrippen. Auch diese Stücke mit reduzierter bezw. stark vermehrter Rippenzahl stimmen sonst vollkommen mit der var. *densistriata* Tell. überein.

Bemerkungen: Über die Identität der *Ps. subcircularis* Gabb mit der *Ps. ochotica* (Keys.) Tell. vgl. Diener 1915 p. 28. Während Borissjak 1909 die kaukasischen und kimmerischen Formen mit der Teller'schen Spezies identifiziert, trennt v. Wittenburg 1913 eine besondere *Ps. caucasica* v. Witt. ab[1]. Nimmt man aber *Ps. ochotica* (Keys.) Tell.

[1] v. Wittenburg, **109**. p. 486. Taf. 1 Fig. 1—4.

in der von Teller vorgeschlagenen weiten Fassung an — vgl. z. B. Teller Taf. 17 Fig. 13 mit Taf. 18 Fig. 2 —, so gehört jedenfalls auch die *Ps. caucasica* v. Witt. in den Bereich der Variationsbreite der *Ps. ochotica* (Keys.) Tell. Das gleiche gilt für die *Ps. Richmondiana* Zitt.[1], wie bereits Teller erkannt.

Der von Frech (**35**, p. 18) genannte Unterschied, daß bei *ochotica* die rechte Klappe konvex, bei *Richmondiana* dagegen eben ist, trifft, wie Abbildungen Zittel, Fig. 1 c und d zeigen, jedenfalls nicht zu. Auch in der Diagnose von Trechman findet sich kein scharfer Unterschied zwischen der Neuseelandform und der *ochotica* Tell.

Fundort: *Pseudomonotis*-Kalk des Utcubambatals bei Suta; Sunibamba unterhalb der Abzweigung des Weges nach Punaya; halbwegs Sunibamba—El Tingo; Leimebamba; Weg zwischen Suta und Tambo de Chillo; Squas de Suta; Questa zwischen Chachapoyas und Rando; linkes Ufer des Utcubamba unterhalb Leimebamba. Im Ammonitenkalk von Suta liegt die *Pseudomonotis* zusammen mit *Rhabdoceras curvatum* Mojs. und den kleinen Nevaditen. Kalk von Lluy und Myophorienkalk von Huairas.

Vorkommen: *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. findet sich in der norischen Stufe im ganzen zirkumpazifischen Gebiet in Japan, Sibirien, Molukken, Timor, Alaska, Britisch Columbien, Kalifornien, Nevada, Columbien und Peru. Ferner in der Krim und im Kaukasus. *Ps. Richmondiana* Zitt. liegt in gleichalterigen Schichten von Neuseeland und Neukaledonien.

Gervillia(?) quadricostata n. sp.

Taf. IV Fig. 5.

Literatur:

?1856. *Avicula contorta* Oppel non Quenstedt. Oppel und Suess, **74**. p. 541. Taf. 2 Fig. 3—4.

Material: 1 linke Klappe.

Maße: Länge 8 mm. Höhe 5 mm. Dicke 2,5 mm.

[1] 1864. *Monotis salinaria* var. *Richmondiana* Zitt. Zittel, **115**. p. 26. Taf. 4 Fig. 1 a—e.

1864. *Avicula Richmondiana* Zitt. Deslongchamps, **25**. p. 366. Taf. 13.

1905. *Pseudomonotis Richmondiana* Zitt. Lethaea geognostica. Trias. Taf. 68 Fig. 4.

1918. *Pseudomonotis Richmondiana* Zitt. Trechman, **103**. p. 194. Taf. 19 Fig. 9.

Beschreibung: Umriß schief dreieckig, vorne zugespitzt und nach hinten flügelartig verbreitert. Der Wirbel ist kräftig gewölbt, dem Vorderende genähert und überragt den Schloßrand etwas. Vor dem Wirbel liegt ein kleines, gerundetes, vorderes Ohr, das gegen den Hauptschalenteil nicht deutlich abgegrenzt ist. Der Vorderrand zieht schräg nach hinten-unten und ist unter dem vorderen Ohr kräftig eingebuchtet. Der Unterrand ist konvex. Der Hinterrand zieht steil, fast senkrecht nach oben und ist nur leicht eingebuchtet. Der Oberrand ist gerade, etwas verdickt und aufgewulstet, vor allem in seinem hinteren Teil. Der hintere-untere Teil der Schale ragt nirgends nach hinten über den hintersten Punkt des Oberrandes heraus. Die Schale hat deutliche Anwachsstreifen und in der Mitte 4 Radialrippen, deren hinterste den flügelartig verbreiterten Hinterteil gegen die Schalenmitte abgrenzt. Der Mittelteil der Schale ist kräftig gewölbt, der hintere, flügelartig verbreiterte Teil flach. Die Linie stärkster Wölbung zieht auf dem mittleren Schalenteil vom Wirbel schräg nach hinten-unten.

Bemerkungen: Das Stück paßt im Umriß sehr gut zu *Gervillia praecursor* Quenst.[1], wie sie Healy abbildet, deren Abbildungen allerdings erheblich von Quenstedt abweichen. Während die typische *G. praecursor* Quenst. keine Radialrippen hat, zeigt die Abbildung bei Oppel und Suess 5 Rippen und Healy sagt „some very similar European species have radial ribs“[2]. Das peruanische Stück stimmt mit den vermutlich radialberippten europäischen Formen überein, zu denen höchstwahrscheinlich auch die Oppel'sche Abbildung gehört. Bei der Mehrzahl der radialberippten Gervillien reicht das hintere Schalenende erheblich weiter nach hinten als der Oberrand und sind zahlreiche engstehende Radialrippen vorhanden[3].

[1] 1856. *Gervillia praecursor* Quenst. Quenstedt, **83**. p. 29. Taf. 1 Fig. 9—11, non 8.
1908. *Gervillia praecursor* Quenst. Healy, **43**. p. 18. Taf. 3 Fig. 2—15.
1917. *Gervillia praecursor* Quenst. Goetel, **39**. p. 131. Lit.-Angabe.

[2] Die Radialstreifen bei Moore (**71**. Taf. 15 Fig. 6, non 7) sind Farbenstreifen. Bei der Oppel'schen Abb. hält Healy das gleiche für möglich.

[3] Siehe Schauroth, **97**. Taf. 5.

Andererseits steht die *G. quadricostata* n. sp., von den Radialrippen abgesehen, in der Form der *Avicula Di-Stefanoi* n. nom. und ihren Verwandten sehr nahe (vgl. vor allem *Avicula* cf. *Stoppani* Tomm. bei Bittner a. a. O.) und besonders den Formen mit steilem Hinterrand und schwacher Einbuchtung unter dem hinteren Ohr. Da nach v. Bistram (5, p. 25 ff.) die mesozoischen Gervillien aus Aviculiden hervorgegangen sind, überraschen diese Beziehungen nicht. Auch Healy betont die große Ähnlichkeit der *Gervillia praecursor* Quenst. mit *Avicula Sturi* Bittn.

Fundort: Geröll von Junin.

Vorkommen: Sehr nahestehende, wenn nicht idente Arten in der *Contorta*-Zone Europas und dem Rhät von Birma.

Pecten n. sp. (?) cf. *inconspicuus* Bittn.

Material: 1 rechte Klappe.

Beschreibung: Die Klappe ist fast flach, höher als breit. Der hintere Teil der Schale fehlt. Der Ventralrand ist halbkreisförmig, der Oberrand gerade, das vordere Ohr groß mit deutlichem Byssusausschnitt. Die Schale hat 27 gerade, einfache, engstehende, flache und durch viel schmälere Zwischenräume getrennte Radialrippen. Bei vollständiger Schale wird die Rippenzahl etwa 30—35 sein. Das vordere Ohr ist scharf abgesetzt. Der untere, dem Schalenkörper anliegende und der Breite des Byssusausschnittes entsprechende Teil hat sehr kräftige konzentrische Querrippen, der obere, dem Schloßrand benachbarte Teil, 4 kräftige Radialrippen, an deren unterster die Querrippen absetzen. Das Schaleninnere ist glatt und zeigt am Vorderrand, unmittelbar unter dem Byssusausschnitt, 3—4 zahnartige Dornen.

Bemerkungen: Das Stück ist in der Skulptur dem *Pecten inconspicuus* Bittn.[1] ähnlich, doch hat dieser mehr Rippen. Gleichfalls nahe steht *P. subalternicostatus* Bittn.[2] vor allem in der Fig. 22 abgebildeten Varietät. Das Vorderohr der Bakonyart hat ebenfalls radiale und konzentrische Skulptur, ist aber nicht in einen konzentrisch berippten unteren,

[1] Bittner, 10. p. 43. Taf. 5 Fig. 21—22.

[2] Bittner, ebenda, 10. p. 44. Taf. 5 Fig. 23—24.

und radialberippten oberen Teil gegliedert, sondern radiale und konzentrische Rippen sind gleichmäßig über das ganze Ohr verteilt. Außerdem unterscheidet sich die Art von der Peruform durch das Alternieren verschieden starker und etwas zahlreicherer Rippen sowie die stärkere Wölbung. Auch *P. buruticus* G. Boehm. emend. Krumb.[1], der dem *P. subalternicostatus* Bittn. nahesteht, ist dem peruanischen Stück ähnlich. Die charakteristische Skulptur des Ohres stimmt vollkommen überein, dagegen sind bei der Buruform die Interkostalräume breiter als die Rippen und die letzteren schärfer[2].

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: Nahestehende Arten in der karnischen Trias des Balatonsees und der norischen Trias von Buru.

?Pecten spec. indet.

Zu *Pecten* gehören wahrscheinlich auch zwei Fragmente, die nur den ventralen Schalenteil zeigen; Wirbelregion und Flanken fehlen. Die Skulptur besteht aus über 40 kräftigen, engstehenden Radialrippen, die vereinzelt geringe Größenunterschiede zeigen und einer vor allem in den Interkostalräumen deutlichen Anwachsstreifung. Sie stimmt mit der Skulptur des *Pecten*? n. sp. cf. *inconspicuus* Bittn. gut überein, doch sind die Fragmente für eine Identifizierung zu unvollständig.

Fundort: *Pseudomonotis*-Kalk Lluy.

---

[1] Krumbeck, 55. p. 121. Taf. 2 Fig. 13—15. Nach Krumbeck stehen *Pecten bavaricus* Winkl., *P. coronatus* Winkl. aus dem Rhät, sowie *P. biformatus* Bittn. aus dem Noricum dem *P. buruticus* Boehm emend. Krumb. nahe wegen der Querskulptur der Flanken, die er mit der kräftigen konzentrischen Skulptur auf dem Unterteil des Vorderohres bei *P. buruticus* Boehm vergleicht. Indessen ist die Querskulptur bei der letztgenannten Art auf das Ohr beschränkt und eine typische konzentrische Anwachsskulptur, während sie sich bei den zum Vergleich herangezogenen Arten auch bereits auf den Schalenflanken findet und unabhängig von der Anwachsskulptur verläuft.

[2] Bei der Buru-Art setzen die scharfen konzentrischen Rippen des unteren Teiles des Ohres abgeschwächt auf den radialberippten Teil fort, bei dem peruanischen Stück nicht. Der Unterschied scheint durch den weniger guten Erhaltungszustand des peruanischen Stückes hervorgerufen zu sein.

Placunopsis cf. *Napengensis* Healy.

Material: 1 schlecht erhaltene rechte (?) Klappe.

Beschreibung: Die Schale ist ungleichseitig, der Umriß mehr oder weniger halbkreisförmig. Die Wirbelregion ist flach gewölbt, der Wirbel dem vorderen (?) Ende genähert. Der Schloßrand ist gerade. Die Skulptur besteht aus kräftigen konzentrischen Falten und ganz feinen, nur mit der Lupe sichtbaren Radialrippen, die mehrfach geknickt sind, vor allem dort, wo sie die konzentrischen Falten schneiden.

Bemerkungen: Die Skulptur stimmt sehr gut zu *Placunopsis* cf. *fissistriata* Winkl.[1]. Dagegen erinnern der gerade Schloßrand und die Ungleichseitigkeit an *Pl. Napengensis* Healy[2]. Nahe stehen ferner *Pl.* sp. indet. aff. *Mortilleti* Stopp. von Buru und *Pl.* cf. *Napengensis* Healy von Sumatra.

Fundort: *Pseudomonotis*-Kalk von Lluy.

Vorkommen: Die nahestehenden Arten im alpinen und hinterindischen Rhät und in der norischen Trias von Buru und Sumatra.

Nucula aff. *carantana* Bittn.

Taf. IV Fig. 6 a und b.

Material: 1 doppelschaliges Exemplar, 3 isolierte Klappen.
Maße: Länge 6 mm. Höhe 5 mm. Dicke 2 mm.
„ 5 „ „ 4 „ „ 1,5 „

Beschreibung: Umriß gerundet-dreieckig, nach hinten ausgezogen. Wirbel weit nach vorne gerückt. Der Vorderrand verläuft steil und gerade nach unten, der Hinterrand zieht schräg nach hinten-unten und ist etwa in der Mitte geknickt. Hinter- und Vorderrand gehen sanft gerundet in den Unterrand über. Die kräftig gewölbte Schale ist im Querprofil herzförmig. Die Linie stärkster Wölbung zieht vom Wirbel zum hinteren-unteren Ende. Der vordere Teil des Schlosses hat 5, der hintere etwa 10 Zähnchen. Beide bilden am Wirbel einen Winkel von 90° und schließen die Ligamentgrube ein. Bereits die wenigen vorliegenden Stücke zeigen Neigung zur Variabilität, wie dies auch bei anderen triadischen Nuculiden beobachtet ist. Das kleinere Stück ist

[1] Krumbeck, 56. p. 241. Taf. 16 Fig. 9.
[2] Healy, 43. p. 50. Taf. 8 Fig. 7.

mehr nach hinten in die Länge gezogen, das größere etwas höher.

Bemerkungen: Die Stücke stehen der *Nucula carantana* Bittn.[1] sehr nahe. Der charakteristische Knick des Hinterrandes und der steile Abfall des hinteren Schalenteiles sind gemeinsam. Fig. 48 bei Bittner und das größte peruanische Exemplar unterscheiden sich von außen betrachtet nicht. Von innen betrachtet liegt dagegen bei der alpinen Art der Wirbel nicht so weit vorne und die beiden Teile des Schlosses stoßen unter einem stumpfen Winkel zusammen. Wegen dieser, wenn auch geringen Unterschiede, ist von der Identifizierung abgesehen. Den Knick des Hinterrandes und eine ähnlich dreieckig-gerundete Form wie aff. *carantana* Bittn. hat auch *N. subaequilateralis* Schafh.[2], doch liegt hier der Wirbel mehr median und die Form ist höher. *Nucula Peelii* Healy aus dem Rhät von Birma[3] hat einen ähnlich dreieckig gerundeten Umriß wie die peruanischen Stücke und auch einen ziemlich weit vorne liegenden Wirbel.

Fundort: *Pseudomonotis*-Kalk von Suta.

Vorkommen: *N. carantana* Bittn. stammt aus den *Cardita*-Schichten der Alpen, eine *N.* cf. *carantana* Bittn. aus den Veszpremer Mergeln.

Leda (?) sp. cf. aff. *sulcellata* Münst.

Material: 1 verkieseltes, schlecht erhaltenes Exemplar und 2 Bruchstücke.

Maße: Länge 4 mm. Höhe 2,5 mm. Dicke 2 mm.

Beschreibung: Umriß gerundet-dreieckig, hinten in einen kurzen, spitzen Schnabel ausgezogen. Wirbel opisthogyr, fast median. Der Vorderrand verläuft vom Wirbel gerade nach unten-vorne und ist gegen den Unterrand nicht scharf abgegrenzt. Der vordere Teil des Unterrandes ist gleichmäßig gebogen, der hintere Teil mehr geradlinig. Der Hinterrand zieht vom Wirbel zunächst geradlinig nach hinten-unten und ist dann leicht stumpfwinklig geknickt. Die stärkste Wölbung liegt in der Schalenmitte. Skulptur ist nicht erkennbar.

[1] Bittner, 7. p. 152. Taf. 17 Fig. 46—48.
[2] Bittner, ebenda. p. 152. Taf. 17 Fig. 41—42.
[3] Healy, 43. p. 10. Taf. 1 Fig. 13—14.

Bemerkungen: Das Stück stimmt mit der Abbildung von Bittner[1] vollkommen überein. Aus der Abbildung und dem Text bei Bittner geht das Vorhandensein oder Fehlen einer Area nicht hervor. Die Münster'sche Stammform besitzt jedenfalls eine solche, während sie bei dem peruanischen Stück fehlt. Auch die der Cassianer Art nahestehenden Rhätformen, wie *Leda percaudata* Gümb.[2] sind, von der größeren Länge abgesehen, durch eine scharfumgrenzte Area von den peruanischen Stücken unterschieden. Das Fehlen der Area erinnert an *Phaenodesmia Beneckei* Bittn.[3], doch besitzt letztere einen ganz abweichenden Umriß. Die Frage, ob die vorliegenden Stücke zu *Leda, Palaeoneilo* oder *Phaenodesmia* gehören, ist, da das Ligament unbekannt ist, mit Sicherheit nicht zu entscheiden.

Fundort: *Pseudomonotis*-Kalk von Suta.

Vorkommen: *Leda* aff. *sulcellata* Münst. findet sich in den Alpen in den tieferen Cassianer Schichten.

Leda oxyrhyncha n. sp.

Taf. IV Fig. 7a—c.

Material: 2 rechte Klappen. Bei dem abgebildeten Stück ist das Hinterende des Schnabels abgebrochen.

Maße: Länge 6 mm. Höhe 3,5 mm. Dicke 1,5 mm.

Beschreibung: Umriß gerundet-dreieckig, nach hinten in einen spitzen, schmalen Schnabel ausgezogen. Wirbel kräftig gewölbt, opisthogyr, den Oberrand überragend und vor der Mitte gelegen. Der vordere Teil des Schloßrandes geht gleichmäßig gebogen in den gerundeten Vorderrand über. Der Unterrand ist vorne gleichmäßig gebogen. Hinten steigt er steiler an und ist mit einem Knick gegen den Schnabel abgesetzt. Der hintere Teil des Oberrandes ist hart am Wirbel konkav eingebogen und geht dann in den geraden Oberrand des Schnabels über. Vom Wirbel geht eine kräftige Arealkante aus, die auf dem Schnabel gerade nach hinten zieht und ein schmales, lanzettförmiges Arealfeld abgrenzt. Vor

[1] Bittner, **7**. p. 149. Taf. 18 Fig. 8, non 8a und 9. Beide unterscheiden sich erheblich durch die Lage des Wirbels. 8a und 9 ist nach Frech, **33**. p. 14 als *Leda Schafarziki* Frech zu bezeichnen, während für Fig. 8 die Bittner'sche Bezeichnung verbleibt.

[2] Di-Stefano, **30**. p. 22. Taf. 2 Fig. 27—28.

[3] Bittner, **7**. p. 153. Taf. 18 Fig. 16—19.

dem Wirbel liegt eine kleine, durch kräftige Kanten begrenzte Lunula. Die beiden Zahnreihen fassen die kleine, subumbonale, löffelförmige Ligamentgrube ein. Die vordere Zahnreihe hat 7 Zähne. Die hintere Zahnreihe, bei der die Zahl der Zähne nicht genau feststellbar ist, reicht bis zu dem Punkte, wo der konkav gebogene Oberrand in den geraden Schnabel übergeht. Wo die Zahnreihe aufhört, beginnt eine kräftige, dem Schnabeloberrand parallele Leiste, die wohl zur Stütze des zerbrechlichen Schnabels dient. Die Skulptur besteht aus deutlichen, konzentrischen Rippen, die auf dem vorderen und mittleren Schalenteil dem konvex gebogenen Unterrand konform verlaufen. Hinten nehmen sie eine der Schnabelform entsprechende gerade Richtung ein und stoßen unter einem mit dem Alter wechselnden Winkel gegen den hinteren Teil des Schalenunterrandes.

Bemerkungen: Die Art unterscheidet sich von den bekannten Formen der mittleren alpinen Trias und des Rhät[1] durch den stärker entwickelten und abgestutzten Schnabel. Hierdurch erinnert sie an manche Liasarten wie *Leda Tatei* New.[2] und *L. texturata* Terqu. et Piette[3], die zwar einen ähnlich langen und schmalen Schnabel haben, bei denen aber der Schnabel allmählich in den übrigen Schalenkörper übergeht und nicht so scharf abgesetzt ist wie bei der peruanischen Art. Auch ist bei allen genannten Arten der Wirbel weniger deutlich gegen den Schalenoberrand abgegrenzt.

Recht ähnlich sind auch, von dem äußeren Ligament abgesehen, *Palaeoneilo nanimensis* Healy und *P. fibularis* Healy[4].

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: Ähnliche Arten im unteren Lias Europas.

---

[1] *Leda caudata* Gümb. a. a. O.; *L. alpina* Winkl. und *L. bavarica* Winkl. Winkler, **107**. p. 473—74. Taf. 7 Fig. 3 u. 4; ferner die von Bittner und Stoppani beschriebenen Arten.

[2] Newton, **72**. p. 234. Taf. 9 Fig. 12.

[3] Terquem et Piette, **100**. p. 89. Taf. 11 Fig. 5—7.

[4] Healy, **43**. p. 7. Taf. 1 Fig. 4—6; p. 5. Taf. 1 Fig. 1—3. Healy stellt die Arten zu *Palaeoneilo*. Auf Taf. 1 Fig. 7 ist zwischen der scharf ausgeprägten Arealkante und dem Schalenoberrand eine zweite Kante zu erkennen, die anscheinend eine schmale Ligamentfläche abgrenzt. Dies erinnert so auffallend an die bei *Phaenodesmia peruana* n. sp. beobachteten Ligamentverhältnisse, daß die Zugehörigkeit zu *Phaenodesmia* wahrscheinlich ist. Hierfür spricht auch die typisch *Leda*-ähnliche Form.

Phaenodesmia peruana n. sp.

Taf. V Fig. 1—3.

Material: Etwa 30 verkieselte isolierte Klappen und viele Bruchstücke.

Maße:	Länge	Höhe	Dicke	Entfernung des Wirbels vom Vorderende
	10 mm	5 mm	2,5 mm	3 mm
	9 „	6 „	— „	3 „
	9 „	5 „	— „	3 „
	12 „	6 „	— „	4 „
	8 „	5 „	— „	3 „
	7 „	4,5 „	— „	2 „
	6 „	3,5 „	— „	2 „
	4 „	3 „	— „	1 „
	7 „	4 „	— „	2 „
	6 „	3,5 „	— „	1,5 „
	5,5 „	3 „	— „	1,5 „
	6,5 „	4 „	— „	2 „

Beschreibung: Umriß dreieckig, nach hinten schnabelartig verlängert, mit gleichmäßig und kräftig gebogenem Unterrand. Das Verhältnis von Länge zu Höhe schwankt. Bei größeren Stücken ist es im Durchschnitt 2 : 1, bei Jugendexemplaren ist die Höhe größer. Vorder- und Hinterteil des Schloßrandes bilden am Wirbel einen Winkel von etwa 120°. Der Wirbel liegt am Ende des vorderen Drittels der Gesamtlänge, ist kräftig entwickelt, mäßig spitz und prosogyr. Die Vorderseite ist gleichmäßig gerundet, das Hinterende zugespitzt. Vom Wirbel zieht eine Arealkante (*a* Fig. 3 a) zum Hinterende, die zusammen mit der kürzeren Kante *c* ein schmales, lanzettförmiges, konkav eingetieftes Arealfeld einschließt. Von den beiden Zahnreihen hat die längere, hintere etwa 20, die kürzere, vordere etwa 8—10 einfache, leistenförmige, senkrecht zum Schloßrand verlaufende Zähnchen. Bald sind die vorderen, bald die hinteren Zähne schwach halbkreisförmig gebogen, doch kann keine Gesetzmäßigkeit beobachtet werden. Das Ligament liegt auf einer langen, schmal lanzettförmigen Ligamentfläche, die zwischen der Kante *c* und dem oberen Schalenrand vertieft eingelassen ist. Die Ligamentfläche ist bei geschlossener Schale zu beiden Seiten des Wirbels von außen deutlich sichtbar. Nach hinten reicht sie bis zum Ende der hinteren Zahnreihe. Der vor

dem Wirbel liegende Teil ist kürzer als die vordere Zahnreihe. Der unmittelbar hinter dem Wirbel gelegene Teil (*l*) der Ligamentfläche ist grubenartig vertieft und gegen die Zahnreihe zu verbreitert. Es erweckt den Eindruck, als wenn die Zahnreihe infolge der Ausbreitung des Ligaments zusammengedrückt ist. Es ist dies das dem Wirbel nächstgelegene Drittel der Zahnreihe, wo die Zähne unvermittelt an Größe abnehmen. Dieser Teil der Ligamentfläche ist gegen den weiter hinten gelegenen Teil (*L*) des Bandfeldes durch eine ganz schwache Leiste (*b* Fig. 3 b) abgegrenzt, welche vom Wirbel aus schräg nach hinten zieht und die Zahnreihe dort erreicht, wo die Zähne plötzlich an Größe abnehmen. Wahrscheinlich hat dieser am Wirbel liegende, grubenartig vertiefte Teil der Ligamentfläche zur Aufnahme des Knorpelteiles des Ligamentes gedient, während der epidermale Teil des Ligamentes den größeren, mehr nach hinten, wie auch vor dem Wirbel gelegenen Teil des Ligamentfeldes eingenommen hat. Die Schalen sind kräftig gewölbt. Die stärkste Wölbung liegt in der Schalenmitte. Die Skulptur besteht auf der Schalenmitte aus kräftigen, engstehenden, konzentrischen Rippen, die sich nach den beiden Enden zu verlieren.

Bemerkungen: Das äußerliche und von außen sichtbare Ligament beweist die Zugehörigkeit zu *Phaenodesmia*[1]. Die vorliegende Form stimmt mit keiner der vier von Bittner beschriebenen Arten überein[2]. Sie ist bedeutend schlanker und am Hinterende mehr zugespitzt als die alpinen Arten. Die scharfe konzentrische Skulptur erinnert am ehesten an *Ph. Laubeana* Bittn.[3], die ebenfalls eine von zwei undeutlichen Kanten begrenzte, schwach eingetiefte Area besitzt. Die aus der Trias von Mexiko als *Palaeoneilo* beschriebenen Formen[4] gehören zum großen Teil zu *Phaenodesmia*. Die Beschreibung und die Abbildungen auf Taf. 6 a. a. O. zeigen trotz ihrer Mangelhaftigkeit deutlich die von zwei Kanten begrenzte, schmal lanzettförmige Area und das von außen sichtbare Ligament. Seite 11 hebt Burckhardt selbst das äußere,

[1] Bittner, 6. p. 188.
[2] Bittner, 7, p. 145 ff.
[3] Bittner, ebenda. p. 146. Taf. 18 Fig. 15.
[4] Burckhardt, 22.

von außen sichtbare Ligament hervor! Leider sind die Abbildungen so schlecht, daß sich nicht entscheiden läßt, ob die peruanische Form mit einer der mexikanischen Arten ident ist. Indessen scheinen in Mexiko Arten mit der charakteristischen *Leda*-Form unserer Spezies zu fehlen, mit Ausnahme des *Palaeoneilo ledaeformis* Burckh.[1], der sich aber durch die Radialskulptur von den peruanischen Stücken unterscheidet und von dem sich nach Text und Abbildung nicht entscheiden läßt, ob er zu *Phaenodesmia* oder *Palaeoneilo* gehört. Von *P. otamitensis* Trech.[2] unterscheidet sich die *Phaenodesmia peruana* n. sp. durch stärkere Zuspitzung des hinteren Endes, den etwas kleineren Winkel der Umbonalregion und den stärker gekrümmten Unterrand.

Sehr nahe dagegen, sowohl in der Form wie in der Skulptur, steht der peruanischen Art *Ph. dorogomilovensis* Boriss.[3]. Auch die Lage des Ligamentes ist dieselbe. Die Fig. 10 bei Borissjak zeigt die beiden vom Wirbel ausgehenden Kanten, den Kanten *a* und *c* unserer Fig. 3 a entsprechend, welche „ein schmales lanzettförmiges Feld, die Anwachsstelle des äußerlichen Ligamentes" einschließen. Dieses Feld liegt zwischen der unteren Kante und der Zahnreihe und tritt auf der Fig. 10 c nicht besonders deutlich hervor. Auch die Beschreibung des Ligamentes von *Ph. Nikitini* Bor.[4] stimmt mit dem peruanischen Material bis in die kleinsten Einzelheiten überein. Hinter dem Wirbel verläuft ein feiner scharfer Kiel (Kante *a* unserer Abbildung), durch den ein schmales Schildchen abgetrennt wird. Auf diesem verläuft ein zweiter Kiel (Kante *c* unserer Abbildung), der das Grübchen der Epidermispartie des äußerlichen, sich beinahe längs des ganzen hinteren Schloßrandes hinziehenden Ligamentes begrenzt. Die Knorpelpartie des Ligamentes ist ebenfalls äußerlich, aber um ein Beträchtliches kürzer, und sitzt in einer kleinen Furche, die einen gewissen Teil des oberen Randes der hinteren Zahnreihe einnimmt. Diese „kleine Furche" entspricht dem durch die

---

[1] Burckhardt, ebenda. p. 31. Taf. 5 Fig. 6, Taf. 7 Fig. 14.
[2] Trechman, 103. p. 190. Taf. 21 Fig. 21—22.
[3] Borissjak, 17. p. 47. Taf. 3 Fig. 10.
[4] Borissjak, ebenda. p. 48. Taf. 1 Fig. 18?

Leiste *b* abgegrenzten, subumbonalen, grübchenartig vertieften Teil *l* des Ligamentfeldes auf unserer Fig. 3 b.

Nicht so klar liegen die Verhältnisse bei den mexikanischen Formen. Bei *Palaeoneilo Burckhardti* Burckh. a. a. O. p. 18 heißt es „des crochets en arrière partent deux carènes, qui limitent un écusson étroit, lancéolé, et faiblement concave. Immédiatement derrière les crochets les bords cardinaux des valves s'écartent un peu et font voir une saillie oblonge au centre de l'écusson probablement le ligament". Anscheinend entsprechen die beiden genannten Kiele den Kanten *a* und *c* unserer Abbildung, das lanzettförmige Feldchen der Ligamentfläche *L* und der erwähnte längliche Vorsprung nur dem Knorpelteil des Ligaments. Die Abbildungen sind indessen zu mangelhaft, um hierüber sicheren Aufschluß zu geben. Die Abbildung von *Phaenodesmia Laubeana* Bittn.[1] zeigt gleichfalls das schmale, lanzettförmige Ligamentfeld. Von *Leda*-Arten mit innerem Ligament ist *Leda* aff. *sulcellata* Münst.[2] der *Phaenodesmia peruana* n. sp. ähnlich, hat aber einen opisthogyren Wirbel. Ferner *Leda percaudata* Gümb., welche die gleiche schlanke Form und konzentrische Berippung besitzt, sich aber durch den mehr medianen opisthogyren Wirbel und die noch stärkere Zuspitzung des Hinterendes unterscheidet[3]. Wenn bei *Phaenodesmia* der Wirbel prosogyr, bei *Leda* opisthogyr ist, so hängt das vermutlich mit der Verlagerung des Ligaments in das Schaleninnere zusammen[4].

Fundort: Häufig in den Myophorienschichten von Huairas und im Konglomerat von Uliachin; ein Exemplar im Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Die nächstverwandten Arten in den Cassianer Schichten und den Pachycardientuffen der Alpen; ähnliche Formen wahrscheinlich auch in der oberen Trias von Mexiko. Sehr nahestehende Arten finden sich auch im russischen Jura.

---

[1] Broili, 19. p. 201. Taf. 24 Fig. 16.

[2] Bittner, 7. p. 149. Taf. 18 Fig. 8, non 8 a u. 9; siehe auch p. 114 d. Arb. Fußnote 1.

[3] Di-Stefano, 30. p. 22. Taf. 2 Fig. 27—29.

[4] Bernard, Bull. soc. géol. d. France. Ser. III. 23. p. 104 ff.

Macrodon juttensis (Pichl.) Bittn.

Taf. V Fig. 4 a u. b.

Literatur:

Syn. 1889. *Macrodon strigillatum* Wöhrm., non Münst. Wöhrmann, **111**. p. 210. Taf. 8 Fig. 8—9.
1890. *Arca juttensis* Pichl. Pichler, **81**. p. 93.
1895. *Macrodon juttensis* Pichl. Bittner, **7**. p. 120. Taf. 15 Fig. 13—15
1901. *Macrodon juttensis* Pichl. Bittner, **10**. p. 19. Taf. 8 Fig. 12.
1904. *Macrodon juttensis* Pichl. Frech, **32**. p. 31.

Maße:	Höhe		Länge		Dicke	
	3	mm	7	mm	1,5	mm
	3,5	„	7	„	2	„
	4	„	8	„	2	„

Ein außergewöhnlich großes Stück ist 8 mm hoch.

Material: 18 isolierte Klappen und eine größere Anzahl von Bruchstücken.

Beschreibung: Form rechteckig bis parallelogrammförmig. Wirbel kräftig eingerollt, prosogyr, am Ende des vorderen Drittels. Oberrand gerade. Der in einer scharfen Ecke gegen den Oberrand abgesetzte Vorderrand ist regelmäßig gebogen und geht allmählich in den Unterrand über. Der Unterrand ist gerade, dem Oberrand parallel und dort, wo ihn eine vom Wirbel nach schräg hinten-unten ziehende Depression erreicht, leicht konkav eingebogen. Der gleichfalls in einer scharfen Ecke gegen den Oberrand abgesetzte Hinterrand zieht geradlinig, schräg nach hinten-unten und stößt mit dem Unterrand in einer stumpfen, wenig deutlichen Ecke zusammen. Eine scharfe Arealkante läuft vom Wirbel zur hinteren unteren Schalenecke. Das schmale, dreieckige, vertiefte Ligamentfeld ist hinter dem Wirbel durch eine deutliche, vor dem Wirbel durch eine weniger deutliche Kante begrenzt. Nach vorne reicht es bis zum Vorderende, nach hinten nur wenig über die Hälfte der Entfernung vom Wirbel bis zum Hinterende. Der hintere Teil des Schlosses besteht aus zwei langen, schmalen, dem Schloßrand parallelen Leistenzähnen, der vordere aus 4 kurzen, kräftigen Zähnen, die spitzwinklig zum Schloßrand liegen und sich um so steiler stellen, je mehr man sich dem Wirbel nähert.

Die Skulptur besteht aus konzentrischen Anwachslamellen, die auf der Area besonders kräftig hervortreten, und sehr feinen, dichtstehenden Radialrippchen, die nur bei sehr guter

Erhaltung erkennbar sind. Sie scheinen auf den Flanken stärker entwickelt wie in der Mitte. Die Area trägt zwei kräftige Radialrippen, von denen die der Arealkante benachbarte die stärkere ist. Sie ist von der Arealkante wie von der anderen Radialrippe durch eine kräftige Radialfurche getrennt.

Bemerkungen: Auf die Schwierigkeiten bei der Bestimmung von Macrodonten infolge ihrer erheblichen Variationsbreite und der je nach dem Alter wechselnden Skulptur haben bereits Salomon (**89**, p. 164) und Noetling (**73**, p. 27) hingewiesen. Die peruanischen Stücke stimmen mit der Abbildung bei Bittner, Taf. 15 Fig. 13—14 gut überein. Die charakteristischen Merkmale: die scharfe Arealkante, die wenigen, kräftigen Radialrippen der Area und das Zurücktreten der Radialskulptur gegenüber der konzentrischen Anwachsverzierung, sind deutlich ausgeprägt. Auch das Schloß stimmt mit der Abbildung von Frech überein.

Macrodon mediodepressum Krumb.[1] und *Grammatodon (Macrodon) Lycetti* Moore[2] stimmen im Umriß mit den peruanischen Stücken überein, unterscheiden sich aber durch die stärkere Radialskulptur, während umgekehrt *Macrodon elongatum* Bittn.[3] bei gleichem Umriß durch das Fehlen jeder Radialverzierung auf der Area abweicht. *M. Hettangiensis* Terqu.[4] stimmt in der Form und dem Verhalten der radialen und konzentrischen Skulptur mit den Peruexemplaren überein, läßt aber die starke Radialfurche auf der Area vermissen.

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: In den *Cardita*- und Raibler Schichten der Alpen und des Bakony. Nahestehende Arten in der norischen Burufauna und dem Rhät von West-Europa und Birma.

Anodontophora cf. *edmondiformis* Trech.

Material: Je ein schlecht erhaltener Steinkern der rechten und linken Klappe.

Beschreibung: Der Umriß ist regelmäßig oval. Vorder-, Unter- und Hinterrand sind gleichmäßig gerundet. Der Wirbel

[1] Krumbeck, **55**. p. 54. Taf. 3 Fig. 20.
[2] Healy, **43**. p. 11. Taf. 1 Fig. 15—19.
[3] Bittner, **10**. p. 95. Taf. 8 Fig. 13.
[4] Terquem, **101**. p. 308. Taf. 21 Fig. 3.

ist dem Vorderende genähert. Die Skulptur besteht aus konzentrischen Anwachsstreifen, die in größeren Abständen von stärkeren Lamellen unterbrochen werden.

Bemerkungen: Die Stücke gehören zur Gruppe der obertriadischen Anodontophoren, deren bekannteste die *Anodontophora Griesbachi* Bittn. ist[1]. Von dieser unterscheiden sie sich durch den weiter vorne gelegenen Wirbel. Hierdurch, wie durch die starke Krümmung des Unterrandes, stehen sie der *A. edmondiformis* Trech.[2] nahe. Bei *A. lutrariaeformis* Boettg.[3] liegt der Wirbel gleichfalls mehr median; bei *A. Patarkulensis* Dien.[4] ist er sogar dem Hinterende der Schale genähert. Gleichwohl stehen die genannten Arten einander recht nahe.

Fundort: Geröll von Cerro de Pasco.

Vorkommen: Nahverwandte Formen im Noricum des Himalaya, Buru, Misol, Sumatra und Neuseeland; in Kaschmir im Muschelkalk.

Anodontophora (?) elongata Moore.

Taf. IV Fig. 8.

Literatur:

1861. *Axinus elongatus* Moore. Moore, **71**. p. 503. Taf. 15 Fig. 17.
1878. *Pullastra elongata* Moore. Lundgren, **64**. p. 51. Fig. 1, 2, 80 u. 81.

Material: 2 zweiklappige Exemplare.

Maße: Länge 11,5 mm. Höhe 6,5 mm. Dicke 4 mm.

Beschreibung: Umriß länglich-oval. Die stumpfen, wenig deutlich abgesetzten, sich berührenden Wirbel liegen am Ende des vorderen Drittels, sind etwas nach vorne gebogen und überragen den Oberrand ein wenig. Die Umbonalregion schließt einen Winkel von 90° ein. Der Unterrand ist regelmäßig und leicht konvex gebogen, das Hinterende abgestutzt. Beide stoßen in einer Ecke zusammen. Der Hinterteil des Oberrandes läuft vom Wirbel gerade nach hinten-unten und

[1] Jaworski, **46**. p. 109. Taf. 44 Fig. 22—24; Krumbeck, **55**. p. 55 u. 147. Taf. 3 Fig. 21—23; Diener, **26**. p. 130. Taf. 23 Fig. 9; Bittner, **8**. p. 60. Taf. 8 Fig. 14—16.

[2] Trechman, **103**. p. 208. Taf. 21 Fig. 8.

[3] Krumbeck, **56**. p. 246. Taf. 17 Fig. 18—19.

[4] Diener, **27**. p. 94. Taf. 12 Fig. 7.

geht mit einem Knick in den steil zum Unterrand verlaufenden Hinterrand über. Der vordere Teil des Oberrandes verläuft gerade nach vorne-unten. Das Vorderende ist regelmäßig gerundet und weder gegen den Oberrand, noch gegen den Unterrand abgesetzt. Eine scharfe Arealkante läuft vom Wirbel zur hinteren-unteren Ecke. Die Schale hat konzentrische Anwachsskulptur.

Bemerkungen: Die Stücke stimmen mit den Abbildungen von Moore und Lundgren überein. *Anodontophora Heberti* Lundg.[1] ist hinten zugespitzt und nicht abgestutzt. Sie stehen auch dem sehr variablen Formenkreis der *A. lettica* Quenst. nahe[2], zu dem wahrscheinlich auch *A. elongata* Moore und *A. Heberti* Lundg., sowie *Axinus depressus* Moore[3] gehören. Jedenfalls zeigt die äußere Form keinen wesentlichen Unterschied. Das Schloß der Rhätformen ist allerdings unbekannt. Die Übereinstimmung der Rhät- und Keuperformen tritt besonders auf den Abbildungen bei Lundgren und von *Anodontophora gregarea* Quenst. var. *asciaeformis* Alb. bei Zeller[4] hervor. Die Variabilität der *Lettica*-Gruppe wird durch das Vorhandensein oder Fehlen der Arealkante, das mehr gerundete oder abgestutzte Hinterende und den bald mehr, bald weniger nach vorne gerichteten Wirbel bedingt. Die gleichen Merkmale trennen die im Rhät als *Anodontophora elongata* Moore, *depressa* Moore und *Heberti* Lundg. unterschiedenen Arten. Ob hier wirklich verschiedene Arten oder nur Variationen eines sehr variablen Formenkreises vorliegen und ob dieser Formenkreis von dem der *A. lettica* Quenst. abgetrennt werden kann, erscheint fraglich. *A. Münsteri* Wissm.[5] = *A. gregarea* Quenst. var. *Münsteri* Wissm. nach Zeller unterscheidet sich von *A. elongata* Moore durch den parallelen Verlauf des hinteren Oberrandes und des Unterrandes und das zugespitzte Hinterende.

[1] Lundgren, **64**. p. 52. Fig. 3, 4, 89.

[2] 1852. Quenstedt, **84**. p. 529. Taf. 44 Fig. 16. — 1898. Philippi, **78**. p. 175. Taf. 7 Fig. 5. — 1907. Grupe, **40**. p. 118. Taf. 4 Fig. 6—7. — 1907. Zeller, **113**. p. 42. — 1908. Zeller, **114**. p. 78.

[3] Moore, **71**. p. 503. Taf. 15 Fig. 18.

[4] Zeller, p. 83. Taf. 2 Fig. 6.

[5] Bittner, **7**. p. 91. Taf. 1 Fig. 22—25. — Parona, **76**. p. 126. Taf. 9 Fig. 18.

Sowohl den Rhät- wie den Keuperformen stehen *A. fassaensis* Wissm.[1], *A. canalensis* Cat.[2] und Verwandte aus der Untertrias nahe, doch besitzen letztere im allgemeinen eine mehr regelmäßige, elliptisch-gerundete Form und einen schärfer hervortretenden, den Schloßrand überragenden Wirbel.

Fundort: Myophorienkalk von Huairas.

Vorkommen: Die Art findet sich im Rhät von England und Schweden. Nahverwandte, vielleicht idente Spezies in der Lettenkohle der germanischen Trias und im Lunzer Sandstein der Alpen.

Myophoria ex aff. *vestitae* Alb.

Taf. V Fig. 5—7.

Material: Der schwarze Myophorienkalk von Uliachin (vgl. p. 103) ist gespickt mit Myophorien, die sich aber nicht freilegen lassen. Vollständige Exemplare liegen nicht vor, doch läßt sich aus der Menge der Bruchstücke ein ziemlich vollständiges Bild der Form und Skulptur gewinnen.

Beschreibung: Die Form erreicht eine Länge von 4—4,5 cm und eine Höhe von 3 cm. Die Skulptur besteht auf der Schalenmitte bereits in unmittelbarer Wirbelnähe aus 7 kräftigen Radialrippen, die sich gleichmäßig auf den Raum zwischen dem konzentrisch berippten, vordersten Schalenteil und der Arealkante verteilen und stark geknotet sind. Der vorderste Teil der Schale trägt konzentrische Querrippen, die sich in der Jugend auch auf den radialberippten Teil fortsetzen, und dort, wo sie die Radialrippen kreuzen, Knoten bilden. Im späteren Stadium bilden die kräftigen, in konzentrischen Reihen angeordneten Knoten der Radialrippen die Fortsetzung der konzentrischen Skulptur auf die Schalenmitte. Gelegentlich schalten sich feine Sekundärrippen ein, doch findet eine wesentliche Vermehrung der Rippen nicht statt. Die glatte Area trägt feine Anwachsstreifen, eine Medianfurche und eine Knotenreihe am hinteren, oberen Rand.

---

[1] Frech, 35. p. 40. Taf. 7 Fig. 3. — Bittner, 9. p. 22. Taf. 3 Fig. 28—33.

[2] Frech, ebenda. p. 41. Taf. 7 Fig. 3. — Bittner, ebenda. p. 23. Taf. 3 Fig. 34—38.

Bemerkungen: Die Querrippen auf dem vorderen Schalenteil zeigen die Zugehörigkeit der Art zur Gruppe der *Myophoria vestita* Alb. an, der sie sehr nahe steht und mit der sie auch in der Zahl der Radialrippen gut übereinstimmt. 7 Rippen bei der peruanischen Art, 8—11 bei *M. vestita* Alb. *M.* cf. *vestita* Alb.[1] hat ähnlich starke Knoten auf den Rippen wie die Peruform. Letztere unterscheidet sich von *M. vestita* Alb. hauptsächlich durch die erheblichere Größe, die stärker geknoteten Rippen und die Knoten am oberen Rand der Area. *M. vestita* Alb. var. *subvestita* Krumb.[2] besitzt ähnliche, aber feinere Knoten am Hinterrand der Area. Von *M. paucicostata* n. sp. unterscheidet sich die vorliegende Art leicht durch die größere Rippenzahl, das Fehlen der Dornen und des Antecarinalfeldes. *M. nuggetensis* Trech.[3] hat die gleiche Zahl kräftig geknoteter Rippen wie die peruanische Art und ebenfalls eine glatte Area, unterscheidet sich aber durch eine feine, radiale Knotenreihe auf dem Antecarinalraum.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Die zum Vergleich herangezogene *Myophoria vestita* Alb. findet sich in den Alpen, in Italien und Spanien in den Raibler Schichten; die sehr nahestehende *M. vestita* Alb. var. *subvestita* Krumb. in der norischen Trias von Misol und Buru. *M. nuggetensis* Trech. stammt aus der karnischen Trias von Neuseeland.

Myophoria sp. indet. cf. *decussata* Goldf.

Taf. V Fig. 8 u. 8a u. Textfig. 1.

Material: Siehe das bei *Myophoria* ex. aff. *vestitae* Alb. p. 124 Gesagte.

Beschreibung: Nur der vordere Teil einer rechten und linken Klappe ist freigelegt. Der Umriß ist unbekannt. Die Skulptur besteht auf dem vordersten Schalenteil aus kräftigen, ziemlich engstehenden und mit Annäherung an den Unterrand unregelmäßigen Querrippen, welche die periodisch zu stärkeren Anwachslamellen anschwellenden Anwachsstreifen kreuzen. In einiger Entfernung vom Vorderrand stellen sich

[1] Bittner, **7.** p. 103. Taf. 12 Fig. 14.
[2] Jaworski, **46.** p. 112. Taf. 44 Fig. 20—21.
[3] Trechman, **103.** p. 210. Taf. 22 Fig. 10.

gerade, engstehende Radialrippen ein, die an dem Schnittpunkt mit den Querrippen Knötchen bilden (Fig. 8a). Auf diese Weise entsteht eine sehr regelmäßige Gitterskulptur. In der Wirbelnähe treten die Radialrippen gegenüber der Querskulptur sehr zurück.

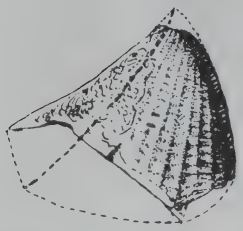


Fig. 1. *Myophoria* spec. ind. cf. *decussata* Goldf. Rechte Klappe. Myophoriakalk von Uliachin bei Cerro de Pasco.

Bemerkungen: Von den anderen beiden beschriebenen Arten unterscheidet sich die vorliegende durch die zahlreicheren Radialrippen, die größere Breite des querberippten Schalenteils, das stärkere Hervortreten der konzentrischen Skulptur und die regelmäßige Gitterskulptur. Ferner ist die Abgrenzung des vorderen, querberippten Teiles gegen den radialberippten Teil weniger scharf. Die regelmäßige Gitterskulptur und die Querrippen auf dem vorderen Teil erinnern an *M. decussata* Goldf.[1]. Allerdings ist auch bei der Cassianer Art der querberippte Teil kleiner im Verhältnis zur Gesamtgröße. Die Rippenzahl beträgt am Wirbel nur 4—5 und steigt erst mit Annäherung an den Unterrand auf 10, während die Peruform bereits am Wirbel 9 Rippen besitzt.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: *M. decussata* Goldf. stammt aus den Raibler und Cassianer Schichten der Alpen.

Myophoria paucicostata n. sp.

Taf. V Fig. 9—11.

Material: 6 linke und 4 rechte Klappen, keine vollständig. Außerdem eine Anzahl von Bruchstücken.

Maße: Länge 7 mm. Höhe 5,5 mm. Dicke 2,5 mm.

Beschreibung: Umriß gerundet-dreieckig, nach hinten verlängert. Wirbel prosogyr, weit nach vorne gerückt. Vorder- und Unterrand regelmäßig konvex gebogen. Hinterrand im oberen Teil konkav gekrümmt, im unteren Teil stumpfwinklig geknickt. Er stößt dort mit dem Ventralrand zusammen, wo dieser von der Arealkante erreicht wird.

[1] Bittner, 7. p. 104 Taf. 12 Fig. 1—8.

Letztere trennt die große, dreieckige Area ab, die durch eine schwache Medianfurche geteilt wird. Das Schloß der linken Klappe hat einen mittleren, dreieckigen, gespaltenen Kardinalzahn, der zu beiden Seiten von leistenförmigen Kardinalzähnen flankiert wird. Alle Zähne sind gerieft. Unmittelbar vor dem vorderen Leistenzahn liegt der vordere Adduktor. Der Schalenunterrand ist innen gekerbt. Die Einsenkungen entsprechen den Rippen, die Erhebungen den Interkostalräumen der Außenseite. Die Skulptur besteht in der Jugend aus 4—5 engstehenden Radialrippen, die bis zum Wirbel reichen. Hinter der hintersten Rippe folgt ein breites, glattes Antecarinalfeld. Die Rippen werden in größeren Abständen von kräftigen, konzentrischen Falten gekreuzt, die bis zur hintersten Rippe reichen und auf dem hintersten Teil der Area wieder erscheinen. An den Schnittpunkten bilden sich stachelartige Knoten. In einem späteren Stadium sind die konzentrischen Rippen auf den vordersten Schalenteil beschränkt. Ihre Fortsetzung bilden die in konzentrischen Bogenreihen angeordneten Knoten. Außerdem bedecken dichte, feine Anwachsstreifen die ganze Schale. Wo sie die Arealkante queren, entsteht eine feine Krenelierung. Im Alter vermehren sich die Rippen, indem sich hinter der hintersten Rippe auf dem Antecarinalfeld Rippen einschieben, die feiner sind und nicht bis zum Wirbel reichen und ebenso schiebt sich eine Rippe vor der vordersten Radialrippe ein. Hinter der Area liegt ein schmales, langlanzettförmiges Feldchen.

Bemerkungen: Die charakteristischen Merkmale der neuen Art sind: Querrippen auf dem vordersten Schalenteil, wenige stacheltragende Radialrippen und ein breiter Antecarinalraum. Die Querrippen auf dem vorderen Teil erinnern an die *Myophoria vestita* Alb.[1], doch unterscheidet sich die Peruform von dieser wie von verwandten Arten, die Koken abbildet, durch die geringere Rippenzahl, die starken Knoten und die Querrippen auf dem hintersten Teil der Area. *Trigonia margaritifera* Böhm[2], die, wie die Querrippen des vorderen Schalenteils zeigen, gleichfalls zur Gruppe der *Myophoria*

[1] Di-Stefano, **30**. p. 26. Taf. 1 Fig. 10—19. — Scalia, **90**. p. 297. Taf. 9 Fig. 16, 18. — Koken, **53**. p. 36. Taf. 4 Fig. 6.

[2] Böhm, **15**. p. 43. Taf. 4 Fig. 31—33.

vestita Alb. gehört, erinnert durch die Zahl der Radialrippen an die *M. paucicostata* n. sp., unterscheidet sich aber von ihr durch die Querrippen auf dem vorderen Teil der Area, das Fehlen des breiten Antecarinalraumes und die Größe des konzentrisch-berippten, vorderen Teils. *M. Heslingtonensis* Trech.[1], die auch die konzentrischen Rippen auf dem vorderen Teil besitzt, gleicht durch die geringe Zahl der starken Radialrippen und den breiten Antecarinalraum der *M. paucicostata* n. sp., ist aber von letzterer durch die feinen Knoten auf der Area und die doch etwas höhere Rippenzahl (6—7 statt 4—5) unterschieden.

Fundort: Kalk von Huairas und Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: Siehe bei *M.* ex. aff. *vestitae* Alb. p. 124. *Trigonia margaritifera* Böhm stammt aus der karnischen Stufe der Bäreninsel, *Myophoria Heslingtonensis* Trech. aus der karnischen Trias von Neuseeland.

Astarte Incae n. sp.

Taf. V Fig. 12—14.

Material: 3 rechte Klappen und 1 Bruchstück einer linken; ferner mehrere Fragmente.

Maße: Länge 6,75 mm. Höhe 5 mm. Dicke 2 mm
6 „ 4,5 „ — „

Beschreibung: Schale subquadratisch gerundet, inäquilateral. Wirbel spitz, weit nach vorne gerückt. Der Vorderrand zieht vom Wirbel geradlinig nach unten-vorne. Der Hinterrand ist leicht gebogen, in seinem unteren Drittel stumpfwinklig geknickt. Der Unterrand ist gleichmäßig konvex gekrümmt und gegen den Vorder- und Hinterrand nicht scharf abgegrenzt. Eine scharfe Arealkante trennt eine lanzettförmige Area ab. Vor dem Wirbel liegt eine weniger deutlich abgegrenzte Lunula. Die Schale ist ziemlich flach, die stärkste Wölbung liegt auf einer vom Wirbel nach schräg hinten-unten ziehenden Linie. Die Skulptur besteht aus 7 breiten, konzentrischen, treppenförmig abgesetzten Falten, die durch gleich breite Zwischenräume getrennt sind. In der Wirbelnähe und auf der Mitte am deutlichsten, verwischen sie nach dem Unterrand und den Flanken zu. An der Linie stärkster

[1] Trechman, **103**. p. 122. Taf. 22 Fig. 9.

Wölbung biegen sie scharf aufwärts und stoßen an der Arealkante ab. Die Area ist glatt. Der zum Ventralrand abfallende Teil einer jeden Falte zeigt 4—7 feine konzentrische Linien, deren Zahl, entsprechend der zunehmenden Breite der Falten, nach dem Unterrand zunimmt. Der nach dem Wirbel abfallende Teil der Falten ist glatt. Der Unterrand ist auf der Innenseite gekerbt. Das Schloß der rechten Klappe (Fig. 12 a) hat einen hinteren, kräftigen Kardinalzahn, davor eine tiefe Zahngrube und entlang der Vorderseite der Schale eine lange und tiefe Zahnrinne. Das Schloß der linken Klappe (Fig. 14) besteht aus einer großen, subumbonalen Zahngrube, vor der ein kräftiger vorderer Kardinalzahn liegt. Außerdem eine dem Hinterrand parallele Zahnrinne. Die Lateralzähne, welche die langgestreckten Zahnrinnen auf der Hinterseite der linken, bezw. Vorderseite der rechten Klappe jeweils in der Gegenklappe erwarten lassen, fehlen. Vermutlich hat der zugeschärfte Schalenrand der Gegenklappe in diese Rinnen eingegriffen[1].

Bemerkungen: *Astarte* ist vor allem in der älteren Trias nicht häufig. *Ast. triasina* Röm.[2] aus dem Muschelkalk unterscheidet sich von *Ast. Incae* n. sp., von anderen Unterschieden abgesehen, durch die glatte, nur mit feinen Anwachsstreifen verzierte Schale und den ungekerbten Ventralrand. Dagegen stimmt das Schloß bereits mit der Peruform überein. Beide Klappen tragen einen kräftigen Kardinalzahn. In der linken Klappe gibt Römer 2 Kardinalzähne an, von denen der vordere mit dem Lunularrand verschmolzen sein soll. Das Römer'sche

[1] Loriol deutet das sehr ähnliche Schloß der *Astarte multiformis* Röd. (Loriol-Koby, **63**. p. 93 Taf. 13 Fig. 2—5) etwas anders. Er faßt die Leisten, welche die langgestreckten Rinnen auf der Hinterseite der linken bezw. auf der Vorderseite der rechten Klappe nach dem Schaleninnern abgrenzen, als Lateralzähne auf. Diese Deutung halte ich für unmöglich, da die den angenommenen Zähnen entsprechenden Gruben in der Gegenklappe fehlen. Faßt man aber die Rinnen als Zahngruben auf, so sind die entsprechenden Lateralzähne in der Gegenklappe vorhanden, wie die Abb. bei v. Bistram, 5. Taf. 4 Fig. 11—13 zeigt. In der Trias sind also anscheinend erst die den Lateralzähnen entsprechenden Gruben vorhanden und der zugeschärfte Schalenrand übernimmt die Funktion der noch fehlenden Lateralzähne, die sich erst im Lias einstellen.

[2] Römer, **86** a. p. 312. Taf. 36 Fig. 1—6; *Astarte Antonii* Gieb Giebel, **39** a. p. 47. Taf. 3 Fig. 6 (in der Beschreibung ist anscheinend rechte und linke Klappe verwechselt).

Original hat aber nur einen hinteren Kardinalzahn. Dieser liegt hinter der subumbonalen Zahngrube, während bei *Ast. Incae* n. sp. wie auch bei *Ast. tetragona* Münst. aus dem Lias der Kardinalzahn der linken Klappe vor der Grube liegt und ein deutlicher hinterer Kardinalzahn fehlt. Auch der „vordere Lateralzahn" der rechten Klappe und der „hintere Lateralzahn" der linken Klappe ist bei *Ast. triasina* Röm. vorhanden, nur deute ich diese Leisten nicht als Zähne, da die Gruben in der Gegenklappe fehlen. *Ast. Suessi* Rolle[1] aus dem obersten Keuper unterscheidet sich von der Peruform durch den äquilateralen Umriß, der höher als breit ist, besitzt aber ähnliche Skulptur, „5—6 konzentrische Runzeln nächst dem Wirbel; diese Runzeln sowie auch den unteren Schalenteil bedecken feine, sehr regelmäßige, dichtstehende Anwachslinien". Dagegen steht die *Ast. subtetragona* Münst.[2] aus dem unteren Lias der *Ast. Incae* n. sp. sehr nahe. Der Umriß stimmt im wesentlichen überein, nur liegt bei der erst genannten der Wirbel etwas weiter vorne. Dagegen ist bei der Liasart in der rechten Klappe bereits der lange, hintere Lateralzahn und in der linken Klappe der vordere Lateralzahn schwach angedeutet, während bei der Triasart nur die entsprechenden Zahngruben vorhanden sind. Außerdem besitzt die alpine Spezies 10—11 scharfe, konzentrische Hauptrippen mit feinen Anwachsstreifen, nicht 6—7 treppenförmig abgesetzte konzentrische Falten. Auch aus dem höheren Jura sind ähnliche Formen bekannt.

Fundort: Konglomerat von Uliachin und Myophorienkalk von Huairas.

Vorkommen: Die nächstverwandte *Ast. subtetragona* Münst. findet sich im unteren alpinen Lias.

Nova forma ex familia Astartidarum.

Taf. IV Fig. 9.

Material: 1 linke Klappe.
Maße: Länge 3 mm. Höhe 2 mm. Dicke 1,5 mm.

Beschreibung: Umriß halbkreisförmig. Der spitze, scharf umgrenzte, prosogyre Wirbel liegt etwa in der Mitte. Der hintere Teil des Oberrandes zieht vom Wirbel geradlinig

[1] Rolle, 87. p. 25. Taf. 1 Fig. 6.
[2] Bistram, 5. p. 51. Taf. 4 Fig. 11—13.

nach hinten-unten. Das Hinterende ist breit gerundet, das Vorderende in seinem oberen Teil in einen spitzen Schnabel ausgezogen. Der vordere Teil des Oberrandes verläuft nahezu wagerecht. Vor dem Wirbel liegt eine sehr große, tiefe, scharf begrenzte Lunula, hinter dem Wirbel eine schmale, lanzettförmige, scharf umgrenzte Area. Die Skulptur besteht aus etwa 25 kräftigen, durch schmale Zwischenräume getrennten Radialrippen. Nach vorne verschwinden sie, doch scheint das durch den Erhaltungszustand bedingt zu sein. Der Schloßrand ist gerade. Zwischen ihm und dem Wirbel liegt eine dreieckige Schloßplatte mit dem kräftigen, schrägliegenden Kardinalzahn, vor dem eine tiefe Zahngrube eingelassen ist. Vor dem Wirbel ist der Lunularrand zugeschärft und zahnartig in die Höhe gezogen, so daß er die Schloßplatte überragt. Der ventrale Rand der Schloßplatte und der hinter dem Kardinalzahn gelegene Teil ist wenig günstig erhalten. Die Schale ist im Verhältnis zu ihrer Größe recht dick. Die stärkste Wölbung liegt in der Schalenmitte, kurz unterhalb des Wirbels. Weitere Zähne scheinen nicht vorhanden zu sein.

Bemerkungen: Die Einreihung der Form bei einer bestimmten Familie oder Gattung begegnet Schwierigkeiten. Die Radialskulptur, die Form des Wirbels, die starkentwickelte Area und Lunula weisen auf die Cardiidae oder Astartidae. Das Fehlen von Seitenzähnen spricht gegen die erstgenannte und zugunsten der letztgenannten Familie. Zu den Conocardiidae, mit denen die Form eine gewisse äußere Ähnlichkeit besitzt, bestehen keine Beziehungen, ebensowenig zu den Praecardiidae. Am ehesten läßt sie sich bei den Astartidae unterbringen, bei denen die Zahl der Kardinalzähne zwischen 1—3 schwankt, vordere Lateralzähne fehlen und die hinteren wenigstens fehlen können. Jedenfalls liegt eine neue Gattung vor, die vielleicht *Cardita* am nächsten steht. Die sehr große Lunula erinnert auch an *Opis*. Bei der Dürftigkeit des Materials scheint die Einführung eines neuen Gattungsnamens verfrüht. Die charakteristischen Merkmale der neuen Gattung sind: Vorderende schnabelartig zugespitzt. Schloßrand gerade. Breite Schloßplatte mit einem Kardinalzahn in der linken Klappe. Lateralzähne fehlen. Sehr große Lunula und Area.

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Cardita (Palaeocardita) cf. *singularis* Healy.

Material: 2 Bruchstücke der Wirbelregion der linken Klappe.

Beschreibung: Genauer Umriß unbekannt. Wirbel sehr weit nach vorne gerückt und prosogyr. Die Linie stärkster Wölbung teilt als scharf ausgeprägte Kante die Schale in einen kleineren, steil abfallenden hinteren und einen größeren, flacheren vorderen Teil. Die Skulptur besteht aus 21 kräftigen, dreieckigen, durch gleich breite Zwischenräume getrennten Rippen, von denen 9 auf den hinteren und 12 auf den vorderen Teil fallen, und aus deutlichen, konzentrischen Anwachsstreifen. Eine kleine Lunula ist vorhanden, Area fehlt. Das Schloß hat einen sehr kräftigen vorderen Kardinalzahn, der in der Größe und Lage mit der Abbildung von *Cardita crenata* Goldf. bei Bittner[1] übereinstimmt. Dahinter folgt die große, subumbonale Zahngrube. An der Stelle des hinteren Kardinalzahns ist das Schloß zerstört, dagegen ist der hintere Lateralzahn vorhanden. Vorne liegt der tiefe Fußmuskeleindruck.

Bemerkungen: Die Stücke gehören zur Gruppe der *Cardita globiformis* Boettger. Diese umfaßt: *C. buruca* Krumb. = *C. globiformis* Jaw. non Boettg.[2], *C. globiformis* Boettg.[3], *C. singularis* Healy[4] und *Palaeocardita quadrata* Trech.[5]. Die Skulptur, der scharfe Schalenrücken und das Schloß stimmen bei den peruanischen Stücken und *P. singularis* Healy vollkommen überein. Das Schloß der letzteren Art hat 2 Kardinalzähne (*b* und *c* der Healy'schen Abbildung[6]), von denen der vordere, wie bei den vorliegenden Stücken, eng an den Lunularrand gerückt ist, so daß nur eine schmale Rinne frei bleibt. Auch der hintere Lateralzahn ist vorhanden. Von der Identifizierung ist lediglich wegen der Unvollständigkeit

[1] Bittner, 7. Taf. 4 Fig. 11.

[2] Krumbeck, 55. p. 60. Taf. 4 Fig. 6—13. — Jaworski, 46. p. 115. Taf. 3 Fig. 1—2. Nach der Neubearbeitung von Krumbeck erscheint es mir wahrscheinlicher, daß die *Cardita* von Buru und Misol zusammen gehören und von der Sumatra-Art zu trennen sind.

[3] Krumbeck, 56. p. 251. Taf. 17 Fig. 20—26.

[4] Healy, 43. p. 67. Taf. 9 Fig. 17—20.

[5] Trechman, 103. p. 212. Taf. 21 Fig. 11.

[6] Über die Deutung des angeblichen vorderen Kardinalzahns siehe Krumbeck, 55. p. 62.

der peruanischen Stücke abgesehen. Wahrscheinlich ident mit *P. singularis* Healy ist nach Healy und Krumbeck *Cardita globiformis* Boettg. Auch diese ist durch den scharfen Schalenrücken sowie die Zahl und Anordnung der Rippen den peruanischen Stücken ähnlich. Von der kleinen *? Cardita* sp. Krumb.[1] unterscheiden sich die Stücke durch die geringere Rippenzahl, dagegen ist der scharfe Schalenrücken mit dem steilen Abfall wieder gemeinsam. *C. buruca* Krumb. unterscheidet sich von dem Perumaterial durch das Fehlen des scharfen Rückens und das Schloß. Der vordere Kardinalzahn ist bei der Buruart weniger massiv und nicht so nahe an den Schalenrand herangerückt. Ferner fehlt der hintere Lateralzahn. Ob nicht vorhanden oder nicht erhalten ist mir unbekannt. *Palaeocardita quadrata* Trech. hat denselben scharfen Rücken wie die peruanischen Stücke, unterscheidet sich aber durch die geringere Rippenzahl und die dementsprechend größeren Zwischenräume. *Cardita latemarensis* Phil.[2] hat den gleichen scharfen Rücken wie die peruanischen Stücke, ist aber durch die größere Zahl der gleichmäßig gerundeten, nicht dreieckigen Rippen unterschieden.

Weniger eng sind die Beziehungen zu der alpinen *C. crenata* Goldf. und Verwandten, denen, von anderen Unterschieden abgesehen, der scharfe Rücken fehlt, mit Ausnahme der *C. Beneckei* Bittn.[3], bei der aber der Rücken die Schale halbiert und der vordere Teil steiler abfällt als der hintere.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

Vorkommen: *Palaeocardita singularis* Healy stammt aus dem Rhät von Birma, die übrigen nahestehenden Arten aus der norischen Trias von Buru, Misol, Sumatra und der karnischen Trias von Neuseeland.

Physocardia (?) sp. indet.

Material: 1 Bruchstück des vorderen Teiles der Wirbelregion der rechten Klappe.

Beschreibung: Wirbel stark eingerollt und prosogyr. Vorderrand regelmäßig gebogen. Schloßrand von innen be-

[1] Krumbeck, ebenda. p. 253. Taf. 17 Fig. 2.
[2] Philipp, 79. p. 96. Taf. 6 Fig. 25—30.
[3] Bittner, 7. p. 38. Taf. 4 Fig. 18—20.

trachtet unmittelbar unter dem Wirbel eigentümlich V-förmig eingebogen. Vor dem Wirbel ein dem Schalenrand paralleler Leistenzahn. Hinter dem Wirbel und oberhalb des Schloßrandes eine stark eingetiefte Ligamentrinne.

Bemerkungen: Das Stück gehört wahrscheinlich zu *Physocardia* in der von Koken vorgeschlagenen Fassung[1], wie das Schloß von *Ph. minor* Kok.[2] und *Ph. Ogilviae* v. Wöhrm.[3] zeigt. Bei beiden Arten findet sich auch die eigentümliche Einbuchtung des Schloßrandes. Allerdings liegt sie bei dem peruanischen Stück unter dem Wirbel und hinter dem Zahn, während sie auf den Abbildungen von v. Wöhrmann und Koken vor dem Zahn liegt.

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: *Physocardia* findet sich in den Cassianer und Raibler Schichten der Alpen.

Unicardium sp. indet.

Material: 5 Fragmente der Wirbelregion beider Klappen.

Beschreibung: Schale papierdünn. Umriß nicht genau bekannt, anscheinend rundlich bis elliptisch, kräftig gewölbt. Wirbel median, prosogyr, eingekrümmt, so daß die Spitze fast dem Schloßrand aufliegt. Der Oberrand ist gleichmäßig gebogen, zugeschärft und nach außen umgekrempelt. Auf der Außenseite verläuft vom Wirbel nach hinten eine Kante, die mit dem umgekrempelten Oberrand eine schmale, eingesenkte Ligamentfläche einschließt. In der rechten Klappe liegt unmittelbar unter dem Wirbel ein kleiner Kardinalzahn.

Bemerkungen: Die Schloßregion stimmt mit *Unicardium inornatum* d'Orb.[4] aus der Kreide und *U. cardioides* Phil.[5] aus dem Lias überein. *U. Schmidii* Gein.[6] und *U. Credneri*

[1] Frech, 32. p. 31 faßt die von Wöhrmann als *Physocardia* und von Bittner, 10. p. 8 als *Craspedodon* beschriebenen Arten unter *Physocardia* zusammen, während Koken *Physocardia* auf den von v. Wöhrmann vorgeschlagenen Umfang beschränkt und für *Craspedodon* den Namen *Cornucardia* einführt.

[2] Koken, 53. p. 34—35. Taf. 3 Fig. 6—7.

[3] v. Wöhrmann, 110. p. 672. Taf. 13 Fig. 5.

[4] Paléontol. Française. — Terr. Crétac. — Lamellibr. T. 256 Fig. 6.

[5] Quenstedt, 84. p. 838. Taf. 66 Fig. 24.

[6] Philippi, 78. p. 175. Taf. 5 Fig. 9.

Gieb.[1] aus der Trias wie auch noch manche Juraformen sind zahnlos. Auch Stoliczka[2] betont die Reduktion der Bezahnung. Die das Ligamentfeld abgrenzende Kante ist sowohl bei *U. Schmidii* Gein. wie *U. Credneri* Gieb. vorhanden. Zu näherer Bestimmung reicht das Material nicht aus.

Fundort: Myophorienkalk von Huairas.

Vorkommen: Ähnliche, aber zahnlose Formen im germanischen Muschelkalk.

Cardium Héberti Terqu.

Literatur:

1855. *Cardita? Héberti* Terqu. Terquem, **101**. p. 302. Taf. 20 Fig. 10.
1863. *Cardium Héberti* Terqu. Martin, **65**. p. 86. Taf. 5 Fig. 16—20.
1903. *Cardium Héberti* Terqu. v. Bistram, **5**. p. 54. Taf. 4 Fig. 7—10.

Material: 5 rechte und 1 linke Klappe.

Maße: Länge 4,5 mm. Höhe 4 mm. Dicke 1,75 mm.

Beschreibung: Umriß subquadratisch-gerundet bis regelmäßig gerundet. Der spitze, scharf abgesetzte, prosogyre Wirbel liegt median oder etwas dem Vorderende genähert. Unter-, Vorder- und Hinterrand regelmäßig und kräftig konvex gebogen. Der hinter dem Wirbel liegende Teil des Oberrandes verläuft bei der Mehrzahl der Stücke geradlinig nach hinten-unten und ist in einer undeutlich gerundeten Ecke gegen den gebogenen Hinterrand abgesetzt. Bei dem größten Stück, dem die Maße entnommen sind, fehlt diese Ecke. Die Schale ist kräftig gewölbt, die stärkste Wölbung liegt in der Schalenmitte. Area und Lunula sind von scharfen Kanten begrenzt und stark eingetieft. Die Skulptur besteht aus 40 Radialrippen. Die Zwischenräume sind vorne schmäler als die Rippen, werden aber nach hinten breiter, so daß sie fast die Breite der Rippen erreichen. Außer deutlichen Anwachsstreifen zeigt ein Stück einen kräftigen Wachstumsabsatz wie bei v. Bistram Taf. 4 Fig. 7. Der Ventralrand ist innen fein gekerbt. Die Muskeleindrücke liegen unmittelbar unter der Schloßplatte. Das Schloß der rechten Klappe besteht aus einem starken, dreieckigen Kardinalzahn und einem

[1] Giebel, **39 a**. p. 48. Taf. 6 Fig. 8.

[2] Stoliczka, Cret. Fauna of South India. Ser. 4. The Pelecypoda. p. 246.

vorderen Lateralzahn. Die linke Klappe hat unter dem Wirbel eine große Zahngrube, die von 2 Kardinalzähnen eingefaßt ist, von denen der vordere weniger deutlich und z. T. mit dem Schalenrand verschmolzen ist. Außerdem ist ein deutlicher vorderer Lateralzahn vorhanden; ein hinterer Lateralzahn fehlt.

Bemerkungen: Die Stücke stimmen mit den Abbildungen von v. Bistram vorzüglich überein. Dieser erwähnt einen vorderen und hinteren Lateralzahn, doch ist auf seiner sehr klaren Abbildung Fig. 9 ein hinterer Lateralzahn ebensowenig vorhanden wie bei den Perustücken, sondern höchstens eine leichte Verstärkung der die Area begrenzenden Schalenwand. Dagegen ist in dem vorderen Schloßrand der linken Klappe eine kleine Grube für den vorderen Lateralzahn der rechten Klappe zu erkennen, die den peruanischen Stücken fehlt. Mit *Cardium Héberti* Terqu. nahe verwandt, wenn nicht ident, ist *C. cloacinum* Quenst.[1], dessen Abbildungen und Beschreibung in der Literatur sehr voneinander abweichen. Ich habe kein Vergleichsmaterial. Jedenfalls liegt auch die Möglichkeit vor, daß die peruanischen Stücke mit der Quenstedt'schen Art ident sind. *C. reticulatum* Dittm.[2] unterscheidet sich von *C. Héberti* Terqu. durch die verschmälerte Wirbelregion und den Verlauf des Hinterteiles des Schalenoberrandes. *C. Nequam* Healy[3] und die zahlreichen von Stoppani abgebildeten Arten[4] unterscheiden sich durchweg durch die geringere Rippenzahl. *C. Martini* Boettg.[5] weicht von den peruanischen Stücken durch die Anordnung der Rippen und den geraden Schloßrand ab.

Fundort: Konglomerat von Uliachin und Myophorienkalk von Huairas.

Vorkommen: Die Art findet sich im unteren Lias von Westeuropa; das sehr nahestehende, wenn nicht idente *Cardium cloacinum* Quenst. in den Kössener Schichten.

---

[1] Quenstedt, **83**. p. 31. Taf. 1 Fig. 37. — Oppel-Suess, **74**. p. 540. Taf. 2 Fig. 2. — Pflücker y Rico, **77**. p. 414. Taf. 7 Fig. 5.

[2] Dittmar, **31**. p. 177. Taf. 3 Fig. 5.

[3] Healy, **43**. p. 74. Taf. 9 Fig. 30—33.

[4] Stoppani, **96**. Taf. 5 u. Taf. 29.

[5] Krumbeck, **56**. p. 257. Taf. 16 Fig. 24—26, Taf. 17 Fig. 27.

Isodonta neotropica n. sp.

Taf. V Fig. 15a—c.

Material: 5 isolierte Klappen.

Maße: Länge 8 mm. Höhe 5 mm. Dicke 1,75 mm.

Beschreibung: Umriß dreieckig bis länglich elliptisch. Wirbel median. Die Umbonalregion schließt einen Winkel von etwa 120° ein. Der vordere Teil des Oberrandes zieht vom Wirbel gerade nach vorne-unten und geht in das gleichmäßig gerundete Vorderende über; der hintere Teil verläuft vom Wirbel gerade nach hinten-unten, ist in seinem unteren Teil stumpfwinklig geknickt und stößt in einer Ecke mit dem gleichmäßig konvex gebogenen Unterrand zusammen, wo der letztere von der Arealkante erreicht wird. Der mediane, durch Kanten abgegrenzte Wirbel ist spitz und überragt den Schloßrand kaum. Vor dem Wirbel liegt eine deutliche, durch eine wenig ausgeprägte Kante begrenzte Lunula. Hinter dem Wirbel findet sich eine scharfe, bis zum Unterrand reichende Arealkante. Das Schloß der rechten Klappe hat unter dem Wirbel zwei kleine, aber kräftige Kardinalzähne, welche eine Zahngrube einschließen, und vorne wie hinten je einen kräftigen Lateralzahn, der durch eine deutliche Rinne vom Schalenrand getrennt ist. Hinter dem Wirbel liegt eine kurze Nymphenleiste zur Stütze des äußeren Ligaments. Das Schloß der linken Klappe hat unter dem Wirbel einen Kardinalzahn und zu dessen beiden Seiten je eine kleine Zahngrube. Der Schloßrand unmittelbar vor und hinter dem Wirbel ist zahnartig verstärkt und greift in die zwischen den Lateralzähnen und dem Schalenrand gelegenen Rinnen der rechten Klappe. Die Skulptur besteht aus feinen, konzentrischen Anwachsstreifen.

Bemerkungen: Das Schloß paßt zu den Abbildungen von Röder[1]. Mit *Isodonta Engelhardti* Terqu.[2], der einzigen Form aus dem Rhät, stimmen die Stücke im Umriß gut überein, unterscheiden sich aber durch die kräftigere Arealkante und den dadurch bedingten Knick des Hinterrandes[3].

[1] Röder, 86. Taf. 2 Fig. 6a u. b.

[2] Terquem, 101. p. 293. Taf. 18 Fig. 14.

[3] Auf der Terquem'schen Abbildung kommt die Arealkante nicht zum Ausdruck, ist aber im Text beschrieben.

Auch den Arten des mittleren und oberen Jura steht die Triasform bereits sehr nahe[1]. Von der Größe abgesehen, unterscheidet sich *I. neotropica* n. sp. nicht wesentlich von der Abbildung bei Buvignier, **23**. Taf. 10 Fig. 35. *Tancredia triasina* Schaur.[2] stimmt in der äußeren Form völlig mit *Isodonta neotropica* n. sp. überein. Gehört die Lettenkohlenform zu *Isodonta*, was sehr wahrscheinlich, aber nicht zu beweisen ist, so ist die peruanische Form mit ihr ident[3].

Fundort: Konglomerat von Uliachi.

Vorkommen: Eine sehr nahestehende Art im Rhät von Luxemburg und kaum verschiedene Spezies im Oxford des Schweizer Jura und Kimmeridge von Nordfrankreich.

Scaphopoda.

Dentalium sp. cf. *simile* Broili.

Material: Bruchstücke von etwa 40 verkieselten Röhren.

Beschreibung: Röhre langgestreckt, nur ganz schwach gekrümmt, mindestens 40—45 mm lang. Querschnitt und lichtes Lumen kreisrund. Durchmesser am vorderen Ende 40 mm, am hinteren 25 mm. Der Durchmesser nimmt mit dem Wachstum nur ganz allmählich zu. Die Schale ist in dem ältesten Teil des Gehäuses am dicksten. Die Oberfläche ist unregelmäßig gerauht; sonst ist keinerlei Skulptur erhalten.

Bemerkungen: Die Stücke gehören in die Nähe von *Dentalium undulatum* Münst.[4], *D. simile* Laub.[5] und *D. simile* Broili[6], die auch untereinander sehr nahestehen (vgl. Broili).

---

[1] *Isodonta Deshayesi* Buv. Loriol et Koby, **63**. p. 81. Taf. 12 Fig. 4—6. — *Isodonta Kimmeridiensis* Dollf. Loriol-Pellat, **62**. p. 192. Taf. 13 Fig. 18—19.

[2] Schauroth, **97**. p. 124. Taf. 7 Fig. 1.

[3] Wenn *Tancredia triasina* Schaur. zu *Isodonta* gehört, kann sie nicht mit *Corbula Keuperina* v. Alb. (Alberti, **2**. p. 121. Taf. 2 Fig. 8) ident sein, wie Philippi annimmt (Philippi, **78**. p. 169), da die von Alberti abgebildete Art in der rechten Klappe einen kräftigen Löffelzahn, nicht zwei kleine konvergierende Zähnchen hat.

[4] Broili, **20**. p. 71. Taf. 6 Fig. 1—2. — Blaschke, **12**. p. 168. — Kittl, **48**. p. 121. Taf. 1 Fig. 1.

[5] Laube, **57**. p. 44. Taf. 35 Fig. 9. — Kittl, **48**. p. 6. Taf. 1 Fig. 2.

[6] Broili, ebenda. p. 72. Taf. 6 Fig. 4.

Die langsame Zunahme des Durchmessers und der Krümmungsgrad passen am besten zu *D. simile* Broili und *D. simile* Laub. Bei *D. undulatum* Münst. nimmt der Durchmesser etwas rascher zu und ist die Krümmung stärker. Ein *D.* cf. *undulatum* Münst. ist aus den Padang-Schichten von Sumatra beschrieben[1]. *D. arcticum* J. Böhm[2] ist noch weniger gekrümmt als die peruanischen Stücke und nimmt noch langsamer an Durchmesser zu. Dasselbe gilt von *D. regulare* Ahlb.[3]. Zwischen den guten Abbildungen von Böhm und Ahlburg finde ich übrigens keinen Unterschied. Die zwei bekanntesten Dentalien des deutschen Muschelkalks, *Entalis torquatum* v. Schloth.[4] und *E. laevis* v. Schloth.[5] kommen für einen Vergleich nicht in Frage, da sie zur Gattung *Entalis* gehören.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta, zusammen mit *Pseudom. ochotica* (Keys.) Tell. und den Nevaditen.

Vorkommen: Die nächstverwandten Arten in den Pachycardientuffen, sowie Cassianer, Raibler und *Cardita*-Schichten der Alpen.

Dentalium cf. *undulatum* Münst.

Material: 5 verkieselte Bruchstücke.

Beschreibung: Die Bruchstücke besitzen eine Länge von 2—4 mm bei einem Durchmesser von 0,5—1,5 mm. Die Röhre ist gerade oder schwach gebogen und dickwandig. Die Dicke der Schalenwand ist bei den kleinen Stücken dem lichten Lumen der Röhre gleich. Querschnitt, wenn nicht verdrückt, kreisrund. Wachstumswinkel sehr klein. Bei guter Erhaltung scharfe Anwachsstreifen, die bogenförmig geschwungen über die Röhre ziehen.

Bemerkungen: Die Form und Anwachsstreifung stimmt mit *Dentalium undulatum* Münst.[6] überein, besonders mit der Abbildung von Kittl, doch ist das Material für eine Identifizierung zu mangelhaft.

---

[1] Krumbeck, **55.** p. 263. Taf. 17 Fig. 32.
[2] Böhm, **15.** p. 53. Taf. 6 Fig. 17, 33 u. 36.
[3] Ahlburg, **1.** p. 86. Taf. 3 Fig. 2.
[4] Piccard, **80.** p. 449. Taf. 9 Fig. 1.
[5] Piccard, ebenda. p. 454. Taf. 9 Fig. 2.
[6] Siehe p. 138 Anm. 4 d. Arb.

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: Pachycardientuffe, Cassianer, Raibler, *Cardita*-Schichten der Alpen.

Gastropoda [1].

Eucyclus pacificus n. sp.

Taf. IV Fig. 11.

Material: 1 verkieseltes Exemplar.

Maße: Gesamthöhe 18 mm. Breite 9 mm. Höhe des letzten Umgangs 9 mm. Gehäusewinkel 60°.

Beschreibung: Das kegelförmige Gehäuse hat 4 Umgänge, die etwas unterhalb der Mitte in einer scharfen Längskante geknickt sind. Eine zweite Spiralkante liegt unmittelbar über der Naht. Der ältere Teil des Gehäuses (erste Hälfte des zweiten Umgangs) zeigt auf dem apikalen Teil der Windungen 2 Spirallinien, die aber alsbald verschwinden. Die Schale ist mit scharfen, sehr schräg nach hinten ziehenden Anwachslamellen verziert, die den beiden Spiralkanten dort, wo sie sie kreuzen, ein fein kreneliertes Aussehen verleihen. Basis und Mündung unbekannt.

Bemerkungen: Die Form steht dem *Eucyclus striatus* Kok. [2] nahe. Gehäuseform und die scharfen, nach rückwärts ziehenden Anwachsstreifen sind beiden gemeinsam. Ebenso sind bei der Hallstätter Art die beiden Längskiele vorhanden. Dagegen fehlt der peruanischen Form die subsuturale Knotenreihe. Auch ziehen die Anwachsstreifen zwischen den beiden Längskielen in der ursprünglich eingeschlagenen Richtung nach schräg rückwärts, während sie bei der Hallstätter Form unterhalb des oberen Längskieles die Richtung ändern und senkrecht verlaufen. Ferner hat *E. striatus* Kok. außer den beiden Spiralkanten keine Längsverzierungen, während bei *E. pacificus* n. sp. solche wenigstens auf dem ältesten Gehäuseteil noch angedeutet sind. Die Unterschiede sind so erheblich, daß ich das Stück als neue Art auffasse. Allerdings zeigt auch *E. striatus* Kok. erhebliche Unterschiede in der Skulptur (vgl. Fig. 4b u. 5b).

[1] Es ist die von Häberle (41) gebrauchte Terminologie der Gastropodenschale zugrunde gelegt.

[2] Koken, 51. p. 73. Taf. 20 Fig. 2—5.

Nahestehende jüngere Arten aus dem Jura nennt Koken. Aus der älteren Trias scheint *Turbo rectecostatus* Hau.[1] nahezustehen. Gehäuseform sowie Verlauf und Anordnung der scharfen Anwachsstreifen und Spiralkiele stimmen überein. Allerdings besitzt die Werfener Art im Alter noch einen weiteren dritten Spiralkiel.

Fundort: Konglomerat von Uliachin.

Vorkommen: Der nahestehende *Eucyclus striatus* Kok. in den norischen Hallstätter Kalken der Ostalpen.

Neritaria neritina Münst.

Literatur:

1891. *Natica neritina* Münst. Kittl, **48.** p. 149. Taf. 10 Fig. 28—30.
1895. *Neritaria subneritina* J. Böhm. Böhm, **13.** p. 238. Taf. 15 Fig. 4.
1899. *Neritaria neritina* Münst. Kittl, **50.** p. 60.

Material: 5 verkieselte Gehäuse.

Maße: Höhe 5 mm. Breite 5 mm. Gehäusewinkel $\pm$ 90°. Höhe der Mündung 4 mm. Breite der Mündung 3 mm.

Beschreibung: Gehäuse dick kugelig, ungenabelt, mit 2 Umgängen und sehr konvolut, so daß nur eine ganz flache Spira übrigbleibt. Umgänge in einer wenig ausgeprägten Naht gegeneinander abgesetzt, die aber auf dem älteren Teil des Gehäuses deutlicher wird. Innerer Teil der Windungen resorbiert. Mündung höher als breit, länglich eiförmig, untenvorne schwach winklig geknickt. Außenlippe scharf, Innenlippe breit umgeschlagen, schwielig verdickt. Schale glatt mit undeutlichen Anwachsstreifen.

Bemerkungen: Die Stücke stimmen mit den Abbildungen von Kittl und Böhm gut überein. Die Form unterscheidet sich von den meisten triadischen *Neritaria*-Arten durch die starke Konvolution und die dementsprechend niedrige Spira. *Neritaria Mandelslohi* Klipst.[2] und *N. cassiana* Wissm.[3] haben das gleiche Merkmal, sind aber durch die abweichende Form der Mündung unterschieden, die erheblich breiter und nach hinten-unten ausgezogen ist. Auch *N. Deshayesi* Gemm.[4] ist

[1] Frech, **35.** p. 42. Taf. 7 Fig. 6—7. — v. Wittenburg, **108.** p. 36. Taf. 5 Fig. 15.
[2] Kittl, **48.** p. 151. Taf. 10 Fig. 31—33.
[3] Kittl, ebenda. p. 143. Taf. 7 Fig. 18—21, Taf. 9 Fig. 9—10.
[4] Gemmellaro, **38.** p. 317. Taf. 24 Fig. 57—61.

den peruanischen Stücken ähnlich, aber durch die breitere, nicht so schlanke Mündung unterschieden.

Fundort: Geröll von Junin.

Vorkommen: Cassianer Schichten, Marmolata- und Esino-Kalke der Alpen. Eine ähnliche Art im Lias von Sizilien.

Trachynerita evoluta n. sp.

Taf. V Fig. 16 a u. b.

Material: 1 schlechter Steinkern mit Spuren anhaftender Schale; $2\frac{1}{2}$ Umgänge; Apex und Basis fehlen.

Beschreibung: Gehäuse stumpf kegelförmig, sehr dickschalig, mit treppenförmig abgesetzten, stark konvoluten Windungen. Die Spira erheblich niedriger als der letzte Umgang. Der vorletzte Umgang etwa doppelt so breit als hoch. Der apikale Teil der Umgänge mit deutlicher, horizontaler Nahtfläche, die am Steinkern weniger hervortritt wie dort, wo die Schale erhalten. Je eine stumpfe Spiralkante grenzt die flachen Flanken gegen die apikale Nahtfläche wie gegen die Basis ab. Die untere Kante verläuft hart über der unteren Naht. Die Flanken tragen kräftige, etwas schräg nach hinten verlaufende Querrippen, die auf beiden Längskanten zu starken, in die Länge gezogenen Knoten anschwellen und auf der Mitte der Flanken verwischen. Auf den älteren Windungen noch deutlich entwickelt, verschwimmt der mittlere Teil der Rippen auf dem letzten Umgang immer mehr. Zahl der Rippen, Basis und Mündung unbekannt.

Bemerkungen: Die Art gleicht der *Tr. depressa* Hörn.[1] und der *Tr. Wanneri* Krumb.[2]. Sie unterscheidet sich von beiden durch die geringere Konvolution, die eine höhere Spira und das Hervortreten des unteren Spiralkieles zur Folge hat, so daß die älteren Windungen zwei und nicht eine geknotete Kante tragen. Außerdem scheint bei der peruanischen Art

[1] Kittl, **50**. p. 73. Taf. 2 Fig. 4—8; daselbst weitere Literatur.

[2] Krumbeck, **55**. p. 78. Taf. 6 Fig. 1—2. Die Buruform gehört zur Gattung *Trachynerita* (Kittl, **49**. p. 133) und nicht zur Gattung *Trachydomia* (Meek and Worthen, **66**. p. 364), wie ein Vergleich von *Trachydomia nodosa* M. and W. a. a. O. p. 366. Taf. 31 Fig. 2 mit der Triasform zeigt. Vgl. auch das von Kittl, **50**. p. 25 über beide Gattungen Gesagte.

die subsuturale Nahtfläche nicht so breit entwickelt, was jedoch bei dem Erhaltungszustand als Steinkern schwierig zu beurteilen ist. Die Unterschiede sind also doch so erheblich, daß sie zur Abtrennung einer neuen Art zwingen.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Verwandte Arten in der norischen Trias von Buru und den Esino- und Marmolata-Kalken der Alpen.

Pseudoscalites subarmatus n. sp.

Taf. V Fig. 17 u. 18.

Material: 11 Exemplare und eine größere Zahl von Bruchstücken.

Maße: Gesamthöhe 9 mm. Breite 3,5 mm. Höhe des letzten Umgangs 4,6 mm. Gehäusewinkel 30—35°.

Beschreibung: Gehäuse schlank turmförmig. Bei 9 mm Höhe 7—8 treppenförmig abgesetzte Umgänge, die durch eine scharfe Kante in einen schmalen horizontalen Apikalteil und einen größeren vertikalen Lateralteil gegliedert werden. Die Höhe des letzten Umgangs ist etwas geringer als die Höhe der übrigen Spira. Der Apikalteil trägt 12—14 Querfalten auf dem Umgang, die an der Längskante zu Knoten anschwellen und nur bis zur halben Höhe des Laterobasalteiles reichen. An einem Stück Spuren von Spirallinien in der Mitte des Laterobasalteils der letzten Windung. Die Jugendexemplare sind ohne jede Skulptur. Die Mündung ist hochoval, die Innenlippe leicht umgeschlagen, ein Ausguß schwach angedeutet.

Bemerkungen: Die Art steht dem *Pseudoscalites armatus* Stopp.[1] in der Gehäuseform und der Skulptur sehr nahe. Auch bei der alpinen Art ist die Spiralverzierung auf die jüngsten Windungen beschränkt und die älteren Gehäuseteile sind glatt oder haben nur Querrippen wie die peruanischen Stücke, die zudem viel kleiner sind. Da an einem Stück Spuren von Längsverzierung erkennbar, kann diese bei den übrigen durch Verkieselung zerstört sein. Dagegen unterscheidet sich die Esino-Art durch den stumpferen Gehäusewinkel und die größere Konvolution. Die Spira ist erheblich niedriger als die Höhe des letzten Umgangs, während bei den perua-

[1] Kittl, 50. p. 79. Taf. 11 Fig. 1—12.

nischen Stücken der letzte Umgang fast die Höhe der Spira erreicht. Die Peruform ist demnach als neue Art anzusprechen, deren enge Beziehung zu der Esino-Art durch die Bezeichnung „*subarmatus*“ zum Ausdruck gebracht werden soll.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta und ?? Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Eine nahe verwandte Art im Esino-Kalk der Alpen.

Eucycloscala cf. *exigua* Healy.

Taf. IV Fig. 10.

Material: 2 unvollständige verkieselte Exemplare.

Maße: Gesamthöhe 6 mm. Höhe der Spira 4 mm. Gehäusewinkel etwa 40°.

Beschreibung: Gehäuse kegelförmig mit 5 Umgängen, die in einer deutlichen Naht gegeneinander abgesetzt sind. Nahtanstieg steil. Flanken der Umgänge schwach treppenförmig abgesetzt. Stärkste Wölbung in der Flankenmitte. Mündung unbekannt. Unterer Teil der Innenlippe leicht umgeschlagen. Die nur unvollständig bekannte Skulptur besteht aus Spiralkielen und Querfalten. Der Lateralteil des letzten Umgangs hat 2—3 Spiralrippen, die von feinen Querfalten gekreuzt werden. An den Schnittpunkten entstehen zarte Knoten. Der Apikalteil der Windung ist zerstört. Der Basalteil hat 6 kräftige Spiralkiele, deren oberster der stärkste ist, aber keine Querfalten. Die älteren Windungen zeigen nur eine undeutliche Andeutung von Längs- und Querskulptur, die zu einer feinen Gitterung führt. Einzelheiten sind nicht erkennbar.

Bemerkungen: Die Stücke sind der *Scalaria exigua* Healy[1] verwandt. Die Gehäuseform und die Anordnung der Spiral- und Querskulptur sind ähnlich. Dagegen unterscheidet sich die Birma-Form durch den größeren Gehäusewinkel, die weiter stehenden Querfalten und die Zahl der Spiralrippen der Basis, die 5 statt 6 beträgt. Ferner haben die peruanischen Stücke stärker gewölbte und leicht stufenförmig abgesetzte Umgänge. *Sc. exigua* Healy gehört zu den von Kittl

[1] Healy, 43. p. 80. Taf. 9 Fig. 58.

(**50**, p. 23) als *Eucycloscala* zusammengefaßten Scalarien mit kräftig entwickelter Spiralskulptur. *E. Rombergi* Häb.[1] ist der Peru-Form recht ähnlich. Gehäusewinkel und Skulpturtypus sind die gleichen, doch sind die Umgänge bei der Predazzo-Art ganz gleichmäßig gewölbt und nicht leicht stufenförmig abgesetzt, und die Zahl der Spiralkiele ist größer.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

Vorkommen: Die nächstverwandten Arten finden sich im Rhät von Birma und in der ladinischen Übergangsschicht zwischen Wengener und Cassianer Stufe bei Predazzo.

Katosira n. sp. indet.

Material: 1 abgeriebenes Bruchstück, das die letzten $1\frac{1}{2}$ Umgänge und die Basis zeigt.

Beschreibung: Die Umgänge sind in einer deutlichen Naht abgesetzt und haben mäßig gewölbte Flanken. Die Skulptur besteht aus 12—13 kräftigen, gerade verlaufenden, durch gleich breite Zwischenräume getrennten Querrippen auf einem halben Umgang. Die Basis hat 8—9 kräftige Spiralrippen, die mit Annäherung an den Unterrand an Stärke zunehmen. Die Querrippen greifen nicht auf den spiralberippten Teil über. Ein stark abgeriebenes Bruchstück von 4 Umgängen gehört wahrscheinlich auch hierhin, doch ist dies ohne Kenntnis der spiralberippten Basis nicht sicher feststellbar. Trifft die Vermutung zu, so würde sie die schlank turmförmige Gestalt (Gehäusewinkel 20—30°) der vorliegenden Art beweisen.

Bemerkungen: Das Stück besitzt die charakteristische Skulptur von *Katosira* Kok. (Kittl, **48**, p. 181), stimmt aber mit keiner bekannten Form überein. Andererseits ist es zu unvollständig, um darauf eine neue Art zu gründen. *K. Beneckei* Kittl[2] hat die gleiche Zahl engstehender Querrippen, aber keine Spiralrippen auf der Basis. *K. tyrolensis* Kittl[3] hat zwar Spiralrippen auf der Basis, wenn auch anscheinend schwächer als das peruanische Stück, und eine ähnlich schlanke Form des letzten Umgangs, unterscheidet sich aber durch die

[1] Häberle, **41**. p. 322. Taf. 2 Fig. 18.
[2] Kittl, **48**. p. 163. Taf. 8 Fig. 12.
[3] Kittl, ebenda. p. 163. Taf. 8 Fig. 11.

erheblich geringere Zahl der Querrippen. *K. fragilis* Kok.[1] besitzt kräftige Spiralrippen auf der Basis, doch greifen diese auch auf den querberippten Schalenteil über und die Zahl der Querrippen ist geringer.

Den gleichen Skulpturtypus zeigt *Loxonema (Zygopleura) katosiroides* Häb.[2], unterscheidet sich aber von dem peruanischen Stück durch die geringere Zahl der Querrippen und die schwächeren Spiralstreifen. Häberle stellt die Art wegen des Fehlens einer feinen Längsstreifung nicht zu *Katosira*, sondern zu *Loxonema*. Auch bei dem Peru-Stück fehlt die Längsstreifung, doch spricht dies nicht gegen *Katosira*, sondern erklärt sich durch den Erhaltungszustand, der z. B. auch keine Anwachsstreifen erkennen läßt. Von *Tomocheilus (?) anthophylloides* Klipst.[3], der die gleiche Anordnung der Quer- und Spiralskulptur besitzt, unterscheidet sich das peruanische Stück durch die schlankere Form und die höheren Umgänge.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Verwandte Formen bei St. Cassian, im Schlerndolomit und bei Predazzo.

Katosira sp. indet. ex aff. *fragilis* Kok.

Material: 1 Bruchstück des letzten Umgangs.

Beschreibung: Der letzte Umgang mit Mündung ist doppelt so hoch als breit und zeigt auf der halben Windung 5—6 kräftige, durch breitere Zwischenräume getrennte Querrippen. Mit Annäherung an die Basis schwächen sie sich stark ab (infolge Abscheuerung?), lassen sich aber noch bis auf den oberen, spiralberippten Teil der Basis verfolgen. Die Basis hat 8—9 kräftige Spiralrippen. Die Mündung ist schlank, beträchtlich höher als breit.

Bemerkungen: Das Stück unterscheidet sich von der beschriebenen *Katosira* n. sp. indet. durch die geringere Zahl der Querrippen und das Übergreifen der letzteren auf die spiralberippte Basis, doch kann dieser Unterschied sich auch durch die bessere Erhaltung erklären. In der Skulptur, vor allem durch die kräftigen Spiralrippen, steht das Stück der

[1] Wöhrmann-Koken, 111. p. 205. Taf. 16 Fig. 1—2.
[2] Häberle, 48. p. 379 Taf. 5 Fig. 5.
[3] Kittl, 48. p. 252. Taf. 10 Fig. 33—34.

K. fragilis Kok. (siehe a. a. O.) sehr nahe, doch ist bei der peruanischen Art der letzte Umgang erheblich schlanker. Hierdurch gleicht sie der *K. tyrolensis* Kittl, a. a. O., doch läßt diese wiederum die kräftigen Spiralrippen vermissen. Auch von den übrigen Raibler Arten unterscheidet sich die Peru-Form durch die stärkeren Spiralrippen.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Eine nahestehende Art aus den Raibler Schichten des Schlernplateaus.

Omphaloptycha (?) sp. indet. ex aff. *Aldrovandii* Stopp.

Material: 1 stark abgeriebenes Bruchstück von 2 Umgängen; ältere Gehäuseteile, Basis und Mündung unbekannt.

Beschreibung: Breite der Umgänge 2,5 cm. Flanken flach, Naht wenig deutlich. Spindel solide, Skulptur unbekannt.

Bemerkungen: Das Stück gehört wahrscheinlich zu *Omphaloptycha* und in die Nähe der Formen, die Kittl (**50**, p. 132) als große *Omphaloptycha*-Formen zusammenfaßt, deren Typus *O. Aldrovandii* Stopp. ist[1]. *Chemnitzia regularis* Kok. aus dem Hallstätter Kalk[2] erreicht ähnliche Größe. Von den in der Form ähnlichen großen Undularien des deutschen Muschelkalks, wie *Undularia scalata* Schloth.[3], unterscheidet sich das peruanische Fragment durch das Fehlen der Nahtfläche.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Anscheinend ähnliche Formen im Esino-Kalk und den Hallstätter Kalken der Alpen.

Omphaloptycha (Coelostylina) rhenana Kok.

Taf. V Fig. 19.

Literatur:

1898. *Coelostylina rhenana* Kok. Koken, **52**. p. 38. Taf. 6 Fig. 1—2.

Material: 4 verkieselte Exemplare.

Maße: Gesamthöhe 17 mm. Breite 9 mm. Höhe der letzten Windung 11 mm. Höhe der Mündung 8 mm. Breite der Mündung 6 mm. Gehäusewinkel etwa 60°.

[1] Kittl, **50**. p. 136. Taf. 16 Fig. 1—4, Taf. 17 Fig. 1—4.

[2] Koken, **51**. p. 86. Taf. 17 Fig. 5.

[3] Koken, **52**. p. 30—31. Taf. 3 Fig. 3—5.

Beschreibung: Gehäuse kegelförmig, rasch an Höhe zunehmend. Das größte Exemplar hat 6 Umgänge, die in vertieften Nähten abgesetzt sind. Der älteste Gehäuseteil ist schräg gegen die Gehäuseachse geneigt. Die Flanken sind kräftig gewölbt, die stärkste Wölbung liegt etwas unterhalb der Mitte der Umgänge. Die Basis ist gegen den Flankenteil der Windungen nicht abgegrenzt. Offene Nabelspalte vorhanden. Innen- und Außenlippe abgebrochen. Mündung oval mit schräg von oben-hinten nach unten-vorne ziehender Längsachse. Schale, von den undeutlichen Anwachsstreifen abgesehen, vollkommen glatt. Dagegen sind Reste ursprünglicher Färbung auf den Umgängen erhalten in Gestalt von zwei Längsreihen dunkler, pfriemenförmig ausgezogener Punkte, zu denen sich anscheinend noch weitere Punktreihen auf der Basis gesellen.

Bemerkungen: Von der Größe abgesehen, stimmen die Stücke vollkommen mit der Muschelkalkart überein. Ein geringer Unterschied besteht vielleicht in der Form der Mündung, doch läßt sich das wegen des Erhaltungszustandes nicht sicher beurteilen. Sehr ähnlich ist auch *Coelostylina* sp. Jaw. von Misol[1], doch ist bei dieser die Nabelritze durch die umgeschlagene Innenlippe verschlossen. Die zwei schwachen Spiralstreifen bei der Misol-Art haben keine Bedeutung, da auch bei ganz glatten Arten gelegentlich solche schwachen Andeutungen von Verzierungen vorkommen und wohl kaum über den Rahmen der Variationsbreite herausgehen. Ich möchte heute das früher als *Coelostylina* sp. beschriebene Stück als *C. rhenana* Kok. var. auffassen. Von den alpinen Formen steht die Gruppe der *Omphaloptycha conica* Münst.[2] den peruanischen Stücken nahe, doch sind bei den ersteren im allgemeinen die Umgänge flacher und weniger konvolut, so daß die Höhe rascher zunimmt. Am ähnlichsten ist *Coelostylina cochlea* Münst.[3]. Von der langsameren Höhenzunahme abgesehen, ist es schwer, einen scharfen Unterschied gegenüber den peruanischen Stücken anzugeben. *Pseudomelania*

[1] Jaworski, 46. p. 129. Taf. 45 Fig. 9.
[2] Kittl, 50. p. 142 und Kittl, 48. p. 200.
[3] Kittl, 48. p. 202. Taf. 14 Fig. 7.

Münsteri Wissm.[1] paßt in der Gehäuseform ebenfalls sehr gut zu den peruanischen Stücken, unterscheidet sich aber durch das Fehlen der Nabelritze und eine kompakte Spindel[2]. *Coelostylina Choffati* Böhm[3] aus dem untersten Lias von Portugal unterscheidet sich ebenfalls in der äußeren Form nicht wesentlich von den peruanischen Stücken, doch liegt hier der größere Durchmesser der Mündung nicht schräg, sondern steht senkrecht.

Fundort: Geröll von Junin.

Vorkommen: Oberer germanischer Muschelkalk. Nahestehende Arten in den Cassianer Schichten, Pachycardientuffen, Esino- und Marmolata-Kalken der Alpen und dem unteren Lias von Portugal.

Coelostylina (? Gradiella?) sp. indet.

Material: 1 Steinkern von $3\frac{1}{2}$ Windungen. Basis, Mündung und Spitze fehlen.

Beschreibung: Umgänge regelmäßig, kreiselförmig aufgewunden, sich nur wenig umfassend und treppenartig abgesetzt, mit breiter horizontaler bis leicht konkav eingetiefter Nahtfläche, die durch eine stumpfe Kante gegen den konvex gewölbten Lateralteil abgegrenzt ist. Vorletzter Umgang 20 mm breit und 8,5 mm hoch. Spuren von feinen, spiralen Längsstreifen und feinen Anwachsstreifen vorhanden.

Bemerkungen: In der allgemeinen Form paßt der Steinkern vorzüglich zu *Chemnitzia Hehli* Ziet.[4], nur ist letztere bedeutend schlanker. Andererseits erinnert die deutliche, horizontale Nahtfläche an Formen, wie *Coelostylina (Gradiella) semigradata* Kittl[5], mit der auch der Gehäusewinkel sowie das Verhältnis von Höhe und Breite der Umgänge übereinstimmt. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die am Steinkern so scharf ausgeprägte Nahtfläche am Schalenexemplar möglicherweise viel weniger hervortritt.

[1] Kittl, ebenda. p. 195. Taf. 15 Fig. 7—9.

[2] Über die Bewertung des Merkmals der kompakten Spindel siehe Koken, **51**. p. 86.

[3] Böhm, **14**. p. 221. Taf. 8 Fig. 13.

[4] Koken, **52**. p. 45. Taf. 4 Fig. 3.

[5] Kittl, **50**. p. 148. Taf. 15 Fig. 22.

Fundort: Myophorienkalk von Uliachin.

Vorkommen: Ähnliche Arten im Esino-Kalk und germanischen Muschelkalk.

Promathildia aff. *Ammoni* Wöhrm.

Material: 1 Bruchstück von 5 Umgängen, der älteste und jüngste Gehäuseteil fehlt, und 1 Bruchstück eines größeren Exemplares von $1\frac{1}{2}$ Umgängen.

Maße: Gesamthöhe 10 mm. Breite 4 mm. Gehäusewinkel —
9 „ 5 „ „ $\pm 30^0$

Beschreibung: Das schlanke Gehäuse nimmt rasch an Größe zu. Die winklig geknickten Umgänge sind wenig konvolut, mit 3 Spiralkielen, deren unterster schwächer ist als die beiden oberen. Der oberste Spiralkiel liegt etwa in der halben Höhe der Windung, der unterste kommt gerade noch über der Naht heraus. Die Sutur ist wenig deutlich, da sie gerade durch den untersten Spiralkiel bedeckt wird. Der Windungsquerschnitt verbreitert sich von der apikalen Naht bis zu dem obersten Spiralkiel. Bis zu dem nächsten Spiralkiel nimmt die Breite der Umgänge nicht wesentlich ab, sie sind nur konkav eingesenkt. Von dem zweiten Spiralkiel bis zu der basalen Naht verschmälert sich der Querschnitt. Die Basis trägt noch zwei weitere schwache, undeutliche Spiralkiele. Nabel fehlt.

Bemerkungen: Die Form gehört zur Gruppe der *Promathildia bolina* Münst.[1], mit der sie in der Gehäuseform sowie der Zahl und Anordnung der Spiralkiele übereinstimmt, doch besitzt *P. bolina* Münst. einen offenen Nabel. Gleichfalls sehr nahe steht *P. Ammoni* Wöhrm.[2], doch findet sich hier hart unter der apikalen Sutur noch eine weitere, feine Spirallinie, die den peruanischen Stücken fehlt. Auf den Abbildungen von Di-Stefano kommt sie nicht zum Ausdruck, so daß diese mit den vorliegenden Stücken vollkommen übereinstimmen, ist aber im Text beschrieben. Nach den Beobachtungen von v. Bistram a. a. O. reicht dieser Unterschied aber keineswegs aus, um auf ihn eine neue Art zu begründen.

[1] Kittl, **48**. p. 236. Taf. 18 Fig. 6—9. — Koken, **52**. p. 47. Taf. 6 Fig. 22—23.

[2] Di-Stefano, **30**. p. 41. Taf. 2 Fig. 15—16. — v. Ammon, **3**. p. 203.

Ferner steht *P.* cf. *Ammoni* Wöhrm. von Buru[1] den peruanischen Stücken sehr nahe. Das gleiche gilt auch von *P. pacifica* Jaw.[2]. Meine früheren Ausführungen berichtige ich dahin, daß die Art von Misol sich von *P. Ammoni* Wöhrm. und damit auch von den Peru-Stücken durch das Profil der Windungen unterscheidet. Der Knick der Flanken ist bedeutend schärfer und spitzwinkliger. Ferner fehlt der indonesischen Art in Übereinstimmung mit den peruanischen Stücken der bei *P. Ammoni* Wöhrm. vorhandene, unmittelbar unter der apikalen Sutur gelegene feine Spiralkiel. Die Unterschiede zwischen *P. pacifica* Jaw. und *P. Ammoni* Wöhrm. sind also erheblicher, als ich zuerst annahm. *P. exilis* Healy[3] ist ebenfalls nahe verwandt. Sie unterscheidet sich von *P.* aff. *Ammoni* Wöhrm. durch den spitzeren Gehäusewinkel und den Spiralkiel unmittelbar unter der apikalen Sutur; auch liegt der obere Lateralkiel tiefer. Als Regel sind zwei Lateralkiele entwickelt, gelegentlich noch ein dritter unmittelbar über der basalen Sutur. Durch den Spiralkiel unmittelbar unter der apikalen Sutur steht die Art von Birma der *P. Ammoni* Wöhrm. sehr nahe. *P. Dunkeri* Terqu. et Piette aus dem Lias[4] ist, von der kräftigeren Querskulptur abgesehen, von *P. Ammoni* Wöhrm. und Verwandten nicht verschieden. Fig. 5—6 bei v. Bistram ist mit dieser Einschränkung von den peruanischen Stücken nicht zu unterscheiden. v. Bistram sieht in der wechselnden Zahl der Spiralkiele (2—4) und der bald mehr winkligen, bald mehr gerundeten Form des Querprofils keine Artunterschiede und nach seiner Auffassung wären also auch *P. Ammoni* Wöhrm., *P. bolina* Münst., *P.* aff. *Ammoni* Wöhrm., *P.* cf. *Ammoni* Wöhrm. und wohl auch noch andere Triasformen zu einer Art zusammenzuziehen. Eine *P.* sp. ex aff. *Dunkeri* Terqu. findet sich auch in der Trias der Bäreninsel[5].

Fundort: Geröll von Junin.

Vorkommen: *P. Ammoni* Wöhrm. findet sich in den Raibler Schichten der Alpen und Mittelitaliens. *P.* cf. *Ammoni*

[1] Krumbeck, **55**. p. 83. Taf. 6 Fig. 6—7.
[2] Jaworski, **46**. p. 130. Taf. 45 Fig. 11.
[3] Healy, **43**. p. 76. Taf. 9 Fig. 43—46.
[4] v. Bistram, **5**. p. 64—67. Taf. 5 Fig. 3—8.
[5] Böhm, **15**. p. 52. Taf. 6 Fig. 3—8.

Wöhrm. ist aus der norischen Trias von Buru und nahestehende Arten sind aus den norischen Schichten von Misol, dem Rhät von Birma und dem unteren alpinen und mitteldeutschen Lias bekannt.

Promathildia Bittneri Kittl.

Taf. V Fig. 20.

Literatur:

1891—94. *Promathildia Bittneri* Kittl. Kittl, 48. p. 245. Taf. 19 Fig. 1.

Material: 1 größeres und 5 kleinere Bruchstücke, alle verkieselt.

Maße: Gehäusewinkel 10—12°. Länge des erhaltenen Gehäuseteils 13 mm. Breite des erhaltenen Gehäuseteils 4 mm.

Beschreibung: Gehäuse schlank turmförmig, das größte mit 9 Umgängen. Nahtanstieg etwa 20°. Der älteste Gehäuseteil und Mündung fehlen. Flanken gerade. Die Skulptur besteht auf den jüngeren Windungen aus kräftigen Querfalten, die auf den einzelnen Umgängen genau einander korrespondieren und schräg nach hinten-unten verlaufen. Außerdem sind auf den Flanken 3 kräftige Längskiele und auf dem basalen Teil der Umgänge noch ein weiterer vierter Spiralkiel entwickelt, der aber bereits von der nächstjüngeren Windung zugedeckt wird. An den Schnittpunkten der Querrippen und Längskiele entwickeln sich feine Knoten. Außer den Spiralkielen sind ganz feine Anwachsstreifen vorhanden.

Bemerkungen: Die Stücke stimmen vollkommen mit der Cassianer Art überein. Das genaue Korrespondieren der Querrippen, die sich auf diese Weise über die ganze Länge des Gehäuses hinwegziehen, tritt noch schärfer wie auf der Kittl'schen Abbildung hervor. Von den von Kittl erwähnten 5 Spiralkielen sind ebenfalls nur 3 sichtbar, da der oberste und unterste durch die Naht verdeckt werden. *Cerithium (Protocerithium) abscissum* Terqu. et Piette[1] aus dem Lias, das von v. Ammon als *Promathildia* bezeichnet wird (v. Ammon, 3. p. 218), ist von *P. Bittneri* Kittl nicht zu unterscheiden. Gehäuseform wie Zahl und Anordnung der Querrippen und Spiralkiele stimmen auf den Abbildungen von v. Bistram und Kittl vollkommen überein.

[1] v. Bistram, 5. p. 73. Taf. 6 Fig. 12.

Fundort: Myophorienkalk von Huairas. Zwei Bruchstücke von 2 bezw. 4 mm Länge aus dem Konglomerat von Uliachin, die dem ältesten Teil des Gehäuses angehören und sehr schlecht erhalten sind, gehören vielleicht ebenfalls hierher.

Vorkommen: Die Art findet sich in den Schichten von St. Cassian.

Cephalopoda.

Rhabdoceras curvatum n. nom. Jaw.

Taf. VI Fig. 1 a—d u. 2, Textfig. 2 a—c.

Literatur:

1873—1902. *Rhabdoceras Suessi* Hau. var. *curvatum* Mojs. Mojsisovics, **67**. p. 572. Taf. 133 Fig. 13—14.
1909. *Rhabdoceras* sp. Steinmann, **95**. p. 617.
1911. *Rhabdoceras* sp. Lisson, **59**. p. 134.
1913. *Rhabdoceras* sp. Lisson, **60**. p. 17.
1915. *Rhabdoceras* sp. aus der Verwandtschaft des *Rhabdoceras Suessi* Hau. Diener, **29**. p. 104.

Material: 20 größere und eine größere Anzahl kleiner Bruchstücke.

Maße:

Durchmesser des Umgangs	am vorderen Ende	5 mm	5 mm
	am hinteren Ende	3,5 „	2,5 „

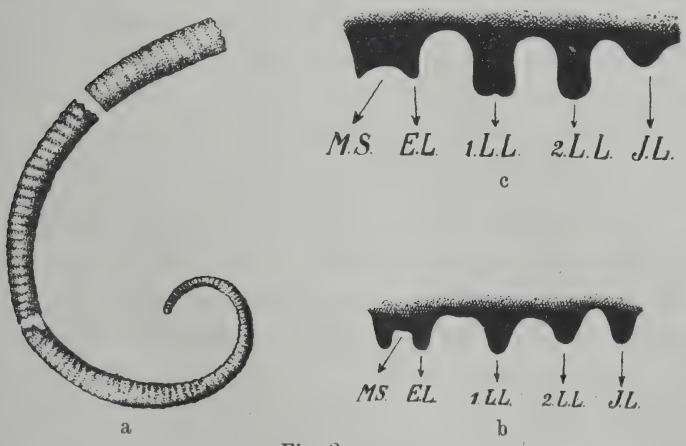


Fig. 2 a—c.

a) *Rhabdoceras curvatum* nov. nom. Rekonstruktion aus mehreren Bruchstücken zusammengesetzt, ohne den Embryonalteil.
b) *Rhabdoceras curvatum* nov. nom. Sutur. × 4.
c) *Rhabdoceras Suessi* Hau. Sutur. × 3.

a und b aus dem Ammonitenkalk von Suta; c aus den *Nucula*-Mergeln von Misol.

Beschreibung: An die Embryonalblase legt sich eine geschlossene Spirale von $1\frac{1}{4}$ Umgang, bis zum Durchmesser von 1,5 mm. Sodann rollt sich die Spirale aus und die Schale nähert sich mit zunehmendem Alter immer mehr der Stabform, ohne sie aber völlig zu erreichen. Allerdings ist die Wohnkammer unbekannt. Die Ausrollung der Spirale erfolgt bald langsamer, bald rascher. Der Querschnitt ist kreisrund. Die Dicke der Schalenwand beträgt bei Abb. 1 Fig. b am vorderen Schalenende 0,25 mm. Die Skulptur besteht aus ringförmig geschlossenen, wulstigen, durch gleich breite Zwischenräume getrennten Rippen, die bereits bei einer Umgangshöhe von 1 mm vorhanden sind. Sie sind auf den Flanken am deutlichsten, auf der Dorsal- und Ventralseite dagegen abgeschwächt und leicht nach vorne gebogen, wobei sie sich auf der Dorsalseite etwas verbreitern. Die wenig günstig erhaltene Sutur, Textfig. 2b, zeigt einen tief eingeschnittenen, durch einen kräftigen Mediansattel geteilten Externlobus, einen gleichtiefen 1. Laterallobus und einen flachen 2. Laterallobus und einen ungeteilten Internlobus. Die Sättel sind breitgerundet, die Loben schmal und schlank.

Bemerkungen: Die Stücke stimmen mit der Abbildung der var. *curvata* Mojs. in jeder Hinsicht überein. Es fehlen allerdings unter dem alpinen Material die älteren noch stärker gekrümmten Gehäuseteile, wie auch die Größenverhältnisse zeigen. Der mehr elliptische Querschnitt der alpinen Form hat kaum Bedeutung, da die sehr dünne Schale leicht verdrückt wird. Bereits Mojsisovics hat vermutet, „es müßten in der Tat mehrere Arten unterschieden werden, bei welchen das stabförmige Stadium der Streckung der Röhren bei wesentlich verschiedenen Dimensionen eintrat". Das vorliegende Material bestätigt dies. *Rhabdoceras Suessi* Hau. bildet, wie Janensch (**45**) gezeigt hat, sofort nach dem Verlassen der geschlossenen Spirale ein gerades, stabförmiges Gehäuse, während bei *Rh. curvatum* nov. nom. auf die geschlossene Spirale eine lose Spirale folgt, die sich erst mit zunehmendem Alter immer mehr der Stabform nähert. Das Verlassen der geschlossenen Spirale erfolgt bei beiden Arten fast zur gleichen Zeit: nach $1\frac{1}{4}$ bezw. $1\frac{3}{4}$ Umgängen. Dieser Umstand veranlaßt mich, *Rh. curvatum* nov. nom. als besondere

Art anzusehen. Die Vermutung von Janensch, daß *Rh. Suessi* Hau. unmittelbar von normal aufgerollten Arten abstammt, ohne das Zwischenstadium der lose aufgerollten Spirale, trifft demnach nicht zu, ebensowenig wie die von Mojsisovics ausgesprochene Vermutung, daß früher gebildete Schalenteile im späteren Leben abgestoßen wurden.

Bei *Rh. Suessi* Hau. ist nach der Abbildung von Mojsisovics der Externlobus erheblich flacher als der 1. Lateral-lobus, während bei *Rh. curvatum* nov. nom. beide gleich tief sind. Ein Exemplar des *Rh. Suessi* Hau. von Misol[1] hat allerdings in Übereinstimmung mit *Rh. curvatum* nov. nom. einen gleich tiefen Externlobus und 1. Laterallobus. *Rh. Russeli* Hyatt[2], von dem nur jüngere Schalenteile bekannt sind, steht durch die gerade Stabform dem *Rh. Suessi* Hau. näher wie dem *Rh. curvatum* nov. nom. Von dem mehr ovalen Querschnitt, der schwächeren Berippung sowie geringen Unterschieden in der Skulptur abgesehen, denen kaum große Bedeutung zukommt, unterscheidet sich die kalifornische Art von der Hauer'schen Spezies dadurch, daß die Rippen auf der Dorsal- und Ventralseite rückwärts gebogen sein sollen. Vielleicht liegt hier ein Versehen vor, das auf falscher Orientierung der Schale beruht. Falls auch bei *Rh. Russeli* Hyatt, was mir wahrscheinlich, die Rippen nach vorne biegen, ist es jedenfalls mit *Rh. Suessi* Hau. nahe verwandt, wenn nicht ident.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta zusammen mit *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.

Vorkommen: Die Art findet sich in den unter- und obernorischen Hallstätter Kalken der Alpen. Der nahverwandte *Rhabdoceras Suessi* Hau. ist aus den unternorischen Hallstätter Kalken und den obernorischen Zlambachmergeln der Alpen, aus den norischen Halobienkalken Siziliens und den norischen

[1] Jaworski, **46**. p. 133. Taf. 45 Fig. 3. Die dort gegebene Abbildung und Beschreibung ist zu berichtigen (s. Textfig. 2 c d. Arb.). Auf einen Externlobus mit breitem Mediansattel (*a* der älteren Abb.) folgt ein gleichfalls breiter erster und zweiter Laterallobus und ein sehr flacher Internlobus (*b* der älteren Abb.). Der erste Laterallobus zeigt schwache Andeutung von Sattelbildung auf dem Grunde, wie Mojsisovics dies von manchen Arten von *Choristoceras* beschreibt.

[2] A. Hyatt and J. P. Smith, **44**. p. 203. Taf. 46 Fig. 26, Taf. 47 Fig. 13—15.

Nucula-Mergeln von Misol bekannt. *Rhabdoceras Russeli* Hyatt liegt in Kalifornien und Nevada in den norischen *Pseudomonotis*-Schichten.

Placites sp. cf. *Sakuntula* Mojs.

Literatur:

1909. *Placites* sp. Steinmann, **95**. p. 617.
1911. *Placites* sp. Lisson, **59**. p. 154.
1913. *Placites* sp. Lisson, **60**. p. 17.
1915. *Placites* sp. Diener, **29**. p. 104.

Material: 2 verkieselte Stücke, das kleinere D = 6,5 mm.

Maße: D = 12 mm, H = 7 mm, N = 0 mm, h = 4 mm, d = 4,5 mm, D/H = 4,7, d/h = 0,9[1].

Beschreibung: Gehäuse flach, scheibenförmig, ungenabelt und glatt. Die Umgänge umfassen sich tief. Externseite gerundet. Querschnitt schlank, bedeutend höher als breit, mit dem Alter wechselnd. Auf dem älteren Teil der Schale sind die Flanken völlig gerade und laufen parallel, auf dem jüngeren Teil konvergieren sie etwas ventralwärts und die größte Breite des Umgangs liegt am Nabel.

Bemerkungen: Eine genaue Bestimmung ist ohne Kenntnis der Sutur nicht möglich. Die Stücke stimmen mit *Placites Sakuntula* Mojs.[2] sehr gut überein. Vor allem hat diese Art den gleichen Querschnitt, dessen größte Breite am Nabel liegt und der sich nach der Ventralseite verjüngt. *Pl. Humboldtensis* H. et Sm.[3] hat einen breiteren Querschnitt und stärker gewölbte Flanken als die peruanischen Stücke. Die größte Breite liegt nicht am Nabel, sondern in der halben Flankenhöhe. Die Mehrzahl der alpinen Placiten aus den Hallstätter Kalken hat gleichfalls flache, parallel verlaufende, und nicht ventralwärts konvergierende Flanken.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

Vorkommen: Der nahestehende *Placites Sakuntula* Mojs. stammt aus den norischen Haloritenkalken des Himalaya.

---

[1] Es bedeutet: D = Gesamtdurchmesser, H = Gesamthöhe des Umgangs, N = Nabelweite, h = lichte Höhe des Umgangs, d = Dicke des Umgangs.

[2] Mojsisovics, **70**. p. 665. Taf. 19 Fig. 3—5; Lethaea mesozoica. Taf. 17 Fig. 3, Taf. 21 Fig. 5.

[3] Hyatt and Smith, **44**. p. 107. Taf. 56 Fig. 10—25.

Pl. Humboldtensis H. and Smith liegt mit *Rhabdoceras Russeli* H. und *Pseudomonotis subcircularis* Gabb zusammen in der norischen Stufe von Nevada.

Metasibirites cf. *annulosus* Mojs.

Taf. VI Fig. 3.

Literatur:
1886. *Sibirites* sp. Mojs. p. p. Mojsisovics, **68**. p. 151.
1886. *Helictites* sp. Mojs. Mojsisovics, ebenda. p. 151.
1873—91. Mojsisovics, **67**. p. 424.
1909. *Sibirites* sp. Mojs. p. p. Steinmann, **94**. p. 1.
1909. *Helictites* sp. Mojs. Steinmann, ebenda. p. 1.

Material: 2 schlechte Stücke, die bereits Mojsisovics vorgelegen haben.

Maße: D = 11 mm, H = 4 mm, h = ?, d = 4,5 mm, N = 4 mm.

Beschreibung: Schale evolut. Die Umgänge umhüllen sich bis zur Bifurkationsstelle der Rippen. Querschnitt subquadratisch-gerundet, etwas höher als breit. Flanken leicht gewölbt, steil zum Nabel abfallend. Ventralteil gewölbt. Die bei dem größeren Stück nur auf dem jüngsten Gehäuseteil sichtbare Skulptur besteht aus kräftigen, geraden, etwas nach vorne ziehenden Rippen, die durch gleich breite Zwischenräume getrennt sind, und in einem leicht nach vorne geschwungenen Bogen über den Externteil setzen. Die Rippen sind zum Teil einfach, zum Teil gabeln sie sich in der Mitte bis im oberen Drittel der Flanken in zwei Äste. Der nabelwärts von der Teilungsstelle gelegene Teil ist etwas verstärkt, während die Rippen auf dem Ventralteil abgeschwächt sind. Bei dem kleinen Exemplar teilen sich die Rippen in drei Äste. Die inneren Umgänge tragen in weitem Abstand einfache, zum Teil knollig verdickte Rippen, die sich innerhalb der Umhüllung durch den nächsten Umgang in feine Spaltrippen gabeln. Die sehr undeutliche Sutur des kleineren Stückes zeigt einen breiten und tiefen Externlobus ohne Mediansattel, einen flacheren 1. Laterallobus und einen anscheinend noch flacheren 2. Laterallobus.

Bemerkungen: Das größere Stück ist von Mojsisovics als *Helictites* sp., das kleinere als *Sibirites* sp. bestimmt worden. Zu *Helictites* sp. vgl. auch die Bemerkung **67**, p. 424. Nach

meiner Auffassung steht das größere Stück dem *Metasibirites annulosus* Mojs.[1] sehr nahe und das kleinere Stück entspricht den inneren Windungen. Schalenform und Involutionsverhältnisse sind die gleichen, nur ist bei den peruanischen Stücken die Ventralseite abgeflachter. Auch bei der alpinen Art haben die inneren Windungen (Taf. 124 Fig. 8) nur einfache, knotig verstärkte Rippen. Auf dem jüngeren Gehäuseteil wechseln einfache und gegabelte Rippen (Fig. 9), während auf dem älteren Gehäuseteil (Fig. 9) eine Dreiteilung der Rippen stattfindet. In allen diesen Einzelheiten stimmt das Peru-Material mit den Hallstätter Stücken vollkommen überein. Von einer Identifizierung ist lediglich wegen der Unvollständigkeit des Materiales abgesehen. Die Sutur des *M. annulosus* Mojs. ist unbekannt. Die Sutur des *M. spinescens* Hau.[2] hat einen unnatürlich hohen Mediansattel, doch ist die Abbildung, wie aus dem Text ersichtlich, auch ungenau. Dagegen zeigt *M. ventroplanus* Krumb.[3] ebenso wie die peruanische Art einen ungeteilten Externlobus. *M. ventroplanus* Krumb. steht nach Krumbeck dem *M. annulosus* Mojs. nahe. Dagegen haben *M. milleformis* Welt.[4] und *M. meridianus* Welt.[5] wieder einen Mediansattel und zeigen eine schwache Zerteilung der Loben und Sättel, doch hält Welter selbst die Zugehörigkeit zu *Metasibirites* für unsicher. Der vielleicht ebenfallls zu *Metasibirites* gehörige *Helictites? Stübeli* Mojs.[6] unterscheidet sich von den peruanischen Stücken durch den mehr kreisrunden Querschnitt und die Skulptur der inneren Windungen, die, soweit dies die wenig deutlichen Abbildungen zeigen, aus zahlreichen, engstehenden und nicht knotig verdickten Rippen besteht. In der Skulptur der jüngsten Schalenteile besteht allerdings eine gewisse Ähnlichkeit.

Fundort: Unterhalb Sunibamba auf dem linken Ufer des Rio Utcubamba bei 6°20′ südlicher Breite in einem Stück mit *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.

---

[1] Mojsisovics, **67**. p. 330. Taf. 124 Fig. 8—10.
[2] Mojsisovics, ebenda. Taf. 124 Fig. 1 c.
[3] Krumbeck, **55**. p. 88. Taf. 6 Fig. 13.
[4] Welter, **105**. p. 124. Taf. 12 Fig. 22—24.
[5] Welter, ebenda. p. 125. Taf. 12 Fig. 25—27.
[6] Mojsisovics, **67**. p. 624. Taf. 132 Fig. 41.

Vorkommen: *Metasibirites annulosus* Mojs. stammt aus den norischen Hallstätter Kalken der Alpen, *M. ventroplanus* Krumb. aus den norischen Fogi-Schichten von Buru.

Gattung *Nevadites* Smith 1914[1].

Hierhin gehört die Mehrzahl der kleinen Formen, die Steinmann 1909, p. 617 als cf. *Sibirites*, *Helictites* und *Californites* führt, und die unter diesem Namen in die Fossillisten von Lisson 1911 und 1913 übergegangen sind und auch bei Diener 1915 unter dem gleichen Namen wiederkehren. Lisson hat die gleichen Formen 1911 als *Sibirites Eichwaldi* (Keys.) v. Mojsisovics var. *peruana* Liss. abgebildet und beschrieben. Dagegen sind die von Mojsisovics 1886. **68**, p. 151 und Steinmann 1909, p. 1 genannten Sibiriten und Helictiten, wie auf den vorhergehenden Seiten ausgeführt, zum Teil echte Metasibiriten, s. p. 157 der Arbeit.

Nevadites Lissoni n. sp.

Taf. VI Fig. 4—6 u. Textfig. 3.

Literatur:

1911. syn. *Sibirites Eichwaldi* (Keys.) v. Mojsisovics var. *peruana* Liss. Lisson, **61**. p. 2. Taf. 1, forma *crassicostata* und forma *typica* p. p., non forma *striatocostata*.

Material: 25 verkieselte Schalen von 3,5—11 mm Durchmesser und eine große Anzahl Bruchstücke.

Maße:

D	N	H	d	h	D/N	D/H	d/h
11 mm	4 mm	— mm	— mm	— mm	2,75	2,75	—
8,5 „	3 „	3 „	4 „	2,5 „	2,8	2,8	1,6
6 „	2 „	2,5 „	— „	— „	3	2,4	—
5 „	1 „	2 „	3 „	1 „	5,0	2,5	2,0
8 „	2,5 „	3 „	4 „	2,5 „	3,2	2,6	1,6

Beschreibung: Schale evolut, Evolution nimmt mit dem Alter zu. Nabel kräftig eingetieft, Naht in der Höhe der Lateralknoten. Nabelkante fehlt. Querschnitt subquadratisch-gerundet, mit dem Alter wechselnd, stets breiter als hoch. Ventralseite abgeflacht. Flanken ziemlich flach, größte Breite in der Mitte der Flanken. Ventralseite gegen die Flanken durch Marginalknoten deutlich abgegrenzt. Der

[1] Die sehr klare Gattungsdiagnose siehe Smith, **91**. p. 121.

unterste Flankenteil fällt steil zum Nabel ab, verflacht aber mit zunehmendem Alter. In der Jugend ist der Querschnitt erheblich niedriger, die Ventralseite mehr gewölbt und weniger deutlich gegen den Lateralteil abgegrenzt, infolge des Fehlens der Knotenreihe. Der älteste Schalenteil ist anscheinend glatt. Zuerst stellen sich auf der Flanke knotig verdickte Rippen ein von der Form lang ausgezogener Wülste, die nicht bis zum Nabel reichen und sich ventralwärts regelmäßig in zwei feine Rippen teilen, die ununterbrochen über die Externseite setzen (D = 4 mm, Fig. 6). Mit zunehmender Größe werden die Rippen auf der Ventralseite schwächer und es bildet sich zunächst an der Bifurkationsstelle die laterale Knotenreihe aus. Die Rippen verlängern sich bis zum Nabel. Noch später verschwinden die Rippen auf der Ventralseite und es entsteht ein glattes Band (Fig. 5). An den distalen Enden der Rippen entsteht eine zweite marginale Knotenreihe, die das Band einsäumt. Zwischen die einfach gegabelten Rippen schalten sich in unregelmäßiger Folge ungegabelte Rippen ein. Mit zunehmendem Alter verstärken sich die beiden Knotenreihen. Die Marginalknotenreihe ist die stärkere und es kommt zur Ausbildung von stumpfen Dornen (Fig. 4). Das zwischen den beiden Knotenreihen gelegene Stück der Rippen verschwächt sich. Auf dem jüngsten Teil der Schale überwiegen die einfachen Rippen, die Gabelrippen treten stark zurück und es schalten sich feinere, nicht bis zum Nabel reichende Zwischenrippen ein. Die Lateralknoten verschwächen sich und verschwinden schließlich ganz. Das Ablösen der Gabelrippen durch einfache Rippen und das Erscheinen der Zwischenrippen geht nicht gesetzmäßig, sondern unregelmäßig vor sich. Die Rippen verlaufen im allgemeinen gerade. Bei D = 8—11 mm werden an der Marginalknotenreihe 21—23 Rippen gezählt. Auf den Jugendwindungen ist die Rippenzahl infolge der regelmäßigen Bifurkation erheblich größer. In der Jugend ist der zwischen dem Bifurkationspunkt und dem Nabel gelegene Teil der Rippen breiter als die Zwischenräume, im Alter kehrt sich das Ver-

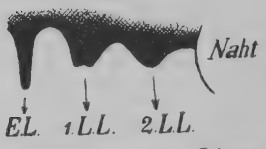


Fig. 3. *Nevadites Lissoni* nov. spec. ca. × 4. Ammonitenkalk von Suta.

hältnis allmählich um. Die später erscheinenden Schaltrippen sind stets erheblich dünner. Die wenig günstig erhaltene Sutur (Textfig. 3) besteht aus Externlobus, Internlobus, 2 Lateralloben und einem inneren Hilfslobus. Der Externlobus ist tief und schmal, der 1. Laterallobus breit und flach mit Spuren von Kerbung auf dem Lobengrund. Wohnkammer etwa $\frac{1}{2}$ Umgang lang. Mündung unbekannt.

Bemerkungen: Die Beschreibung und die Abbildungen von Lisson treffen im allgemeinen zu. Wenn er die seltene Bifurkation der Rippen hervorhebt, so hat er die Jugendstadien nicht berücksichtigt. Bei der Beschreibung der Lobenlinie fehlt der innere Auxiliarlobus. Ein Teil der Stücke, die er als forma *typica* und als var. *striatocostata* abbildet, gehören zu *Nevadites sutanensis* n. sp. p. 163 der Arbeit.

Die nordamerikanischen Nevaditen haben die gleiche Gehäuseform und die gleiche Entwicklung der Skulptur, wie die Abbildungen von *N. Merriani* Smith lehren[1]. Zuerst erscheinen wulstige Hauptrippen bei glattem Ventralteil, Taf. 76 Fig. 7; dann Gabelrippen, die, wenn auch abgeschwächt, über den Ventralteil setzen, Taf. 75 Fig. 12 und 14. Mit zunehmendem Alter schalten sich einfache Rippen ein, Fig. 4 und 7, und im Alter herrschen bei glattem Ventralteil die einfachen Rippen vor, Fig. 1. Auch die Sutur, die Involution und der Typus des Querschnitts stimmt mit der Gattung *Nevadites* überein. Im allgemeinen haben aber die kalifornischen Arten höhere Umgänge und Umbilikalknoten, die indessen im Alter verschwinden können. Ferner sind sie erheblich größer als die peruanischen Arten. Am ähnlichsten ist der genannte *N. Merriani* Smith. Er besitzt die gleichen flachen Flanken wie die Peru-Form, unterscheidet sich aber durch einen höheren Querschnitt, Umbilikalknoten in der Jugend und die etwas höhere Rippenzahl. Dagegen ist *N. Humboldtensis* Smith[2], der wie *N. Lissoni* n. sp. nur 2 Knotenreihen besitzt, durch stärker gewölbte Flanken, höheren Querschnitt und größere Rippenzahl unterschieden. Da die peruanische Art mit keiner bekannten übereinstimmt, benenne ich sie nach dem um die Geologie von Peru verdienten Prof. Lisson.

[1] Smith, **91**. p. 125. Taf. 75 Fig. 1—14, Taf. 76 Fig. 1—16.

[2] Smith, **91**. p. 123. Taf. 27 Fig. 1—3, Taf. 79 Fig. 1—10.

Mit *Sibirites* hat die Art nichts zu tun. Von *S. Eichwaldi* (Keys.) v. Mojs.[1], dem Typus der Gattung *Sibirites* s. str., unterscheidet sie sich durch die kurze Wohnkammer, das Vorhandensein eines inneren Auxiliarlobus, das glatte Externband, die doppelte Knotenreihe und den niedrigen Querschnitt. Bereits Lisson hebt die tiefgreifenden Unterschiede zum Teil richtig hervor, so daß die Verwechslung der peruanischen Stücke mit der sibirischen Art überrascht. Die Anasibiriten der Untertrias[2] kommen für einen Vergleich gar nicht in Frage. Die Metasibiriten der norischen Trias, Typus *Metasibirites spinescens* Hau.[3], unterscheiden sich von den peruanischen Nevaditen durch die gewölbteren Umgänge, die konvexe, nicht flache, berippte Externseite und das Fehlen einer doppelten Knotenreihe. *Sibirites ventroplanus* Krumb.[4] hat als einzige mir bekannte Art auf dem älteren Gehäuseteil eine zweite Marginalknotenreihe, die eine mediane Externfurche einschließt. Immerhin zeigt die Anordnung der Rippen, der Wechsel einfacher und gegabelter Rippen bei den Metasibiriten und den peruanischen Nevaditen eine gewisse Ähnlichkeit. Die Gattung *Helictites*, zu der Steinmann 1909, p. 616 in seiner kurzen Notiz einen Teil der peruanischen Stücke gestellt hat, kommt gleichfalls nicht in Frage. Obwohl durch die im Gegensatz zu *Metasibirites* nur flach gewölbte Externseite und die flach gewölbten Flanken bei manchen Arten eine gewisse Annäherung in der äußeren Form erreicht wird[5], ist doch die Skulptur und vor allem der berippte Ventralteil der inneren Windungen bei *Helictites* sehr erheblich verschieden. Die Sutur von *Helictites* erinnert allerdings durch den auffallend flachen 2. Laterallobus und den kleinen inneren Auxiliarlobus an *Nevadites*.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta zusammen mit *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.

---

[1] Mojsisovics, **68**. p. 59. Taf. 10 Fig. 1—9.

[2] *Anasibirites* Mojs. 1896 (Mojsisovics, **70**. p. 43) = *Sibirites* Diener (1909. Krafft und Diener, **54**. p. 128) = *Pseudosibirites* Arthaber 1911 (**4**. p. 254).

[3] Mojsisovics, **67**. p. 327. Taf. 124 Fig. 1.

[4] Krumbeck, **55**. p. 88. Taf. 6 Fig. 13.

[5] Mojsisovics, **67**. Taf. 139.

Vorkommen: Die nächstverwandten Nevaditen liegen in Nordamerika in der *Trinodosus*-Zone. Der einzige Nevadit aus dem Mediterrangebiet stammt aus der anisischen Stufe von Bosnien.

Nevadites sutanensis n. sp.

Taf. VI Fig. 7—8.

Literatur:

Syn. 1911. *Sibirites Eichwaldi* (Keys.) v. Mojs. var. *peruana* Liss. Lisson, **61**, p. 2. Taf. 1 Fig. 2—5, forma *typica* p. p. u. forma *striatocostata*.

Material: Etwa 20 verkieselte Stücke, das größte D = 9 mm.

Maße:

D	N	H	d	h	D/N	D/H	d/h
8,5 mm	3 mm	3 mm	— mm	— mm	2,8	2,8	—
8 „	2,5 „	2,5 „	3 „	— „	3,2	3,2	—
5 „	1 „	2,5 „	3 „	— „	5,0	2,0	—
9 „	3 „	3,0 „	4 „	3 „	3,0	3,0	1,33

Beschreibung: Gehäuseform, Evolution und Sutur stimmen mit *Nevadites Lissoni* n. sp. überein, nur ist bei der vorliegenden Art der Abfall der Flanken zur Naht etwas flacher und die Flanken sind infolge der schwächeren Knotenbildung nicht geknickt. Der älteste Schalenteil ist vermutlich glatt. Dann folgen engstehende, gerade Rippen, die am oberen Ende des ersten Drittels der Flankenhöhe sich einmal gabeln und ungeschwächt den Ventralteil queren (Fig. 8). Zwischen die Gabelrippen sind anscheinend regelmäßig einfache Rippen eingeschaltet. Mit zunehmendem Alter werden die Rippen auf der Ventralseite unterbrochen und es entsteht ein sich ständig verbreiterndes, glattes Band. An der Bifurkationsstelle der Rippen stellen sich schwache Verdickungen ein, die zur Bildung von ganz schwachen Lateralknoten führen. Am distalen Ende der Rippen entstehen gleichfalls langausgezogene, knotenartige Verdickungen, die eine schwach ausgeprägte Marginalknotenreihe bilden, die den glatten Externteil einsäumt. Die Stärke der Knoten wechselt. Manchmal findet sich nur eine ganz schwache Verdickung des distalen Rippenendes, die auch fehlen kann. Vor allem die Lateralknoten sind nur bei gut erhaltenen Stücken erkennbar. Auf dem jüngsten Schalenteil (Fig. 7) treten die Gabelrippen zurück

und werden durch einfache Rippen ersetzt, denen vereinzelte Gabelrippen zwischengeschaltet sind. Gelegentlich ist eine sekundäre Schaltrippe zu beobachten. Die laterale Knotenreihe verschwindet und auch die Marginalknoten werden schwächer. Bei dem größten Exemplar Fig. 7 sind 34 Rippen auf dem letzten Umgang in der Höhe der Marginalknoten vorhanden. Die Rippen verlaufen gerade und sind durch gleich breite Zwischenräume getrennt. Wohnkammer nicht ganz $\frac{1}{2}$ Umgang. Mündung unbekannt.

Bemerkungen: Die Art ist anscheinend mit einem Teil der Stücke ident, die Lisson als forma typica seines *Sibirites Eichwaldi* bezeichnet. Sie ist mit *Nevadites Lissoni* n. sp. sehr nahe verwandt und unterscheidet sich von ihm durch die größere Rippenzahl und die starke, unter Umständen bis zum Verschwinden führende Reduzierung der Knoten. Ich benenne die neue Art nach dem peruanischen Fundort Suta. Ein schlecht erhaltenes Exemplar unterscheidet sich von den übrigen durch die erheblich größere Zahl der enger stehenden Rippen und das vollständige Fehlen der Knoten. Die Rippen setzen in der Jugend über den Ventralteil weg und werden später durch ein allerdings wenig deutliches, glattes Band unterbrochen. Das einzige Stück ist mit der forma *striatocostata* Lisson ident, aber zu mangelhaft, um zu entscheiden, ob eine Variation von *Nevadites sutanensis* n. sp. oder eine neue Art vorliegt.

Von den nordamerikanischen Arten ist *N. Whiteneyi* Gabb[1] der Peru-Form am ähnlichsten. Die flache Form der Flanken, die Rippenzahl und die starke Reduktion der Lateralknoten im Alter sind übereinstimmende Merkmale; dagegen unterscheidet sich *N. Whiteneyi* Gabb durch die Umbilikalknoten, den schlankeren Querschnitt und die mehr nabelwärts gelegene Bifurkationsstelle der Rippen. Die Zugehörigkeit zu *Sibirites* oder *Helictites* ist bei der vorliegenden Art aus den gleichen Gründen, die p. 162 bei *Nevadites Lissoni* n. sp. ausgeführt sind, ausgeschlossen. Die Stücke mit stark reduzierter bis fehlender Knotenbildung werden manchen Helictiten

[1] Smith, **91**. p. 126. Taf. 48 Fig. 4—5, Taf. 80 Fig. 1—8, Taf. 81 Fig. 1—16.

wie *Helictites Stübeli* Mojs.[1] recht ähnlich, doch sind bei *Helictites* die Rippen in der Jugend auf dem Externteil unterbrochen und schließen sich mit dem Alter zusammen, umgekehrt wie bei *Nevadites*. Auch die Sutur zeigt bedeutende Abweichungen. Jugendformen beider Arten sind schwer zu trennen, da in der Jugend auch bei *N. Lissoni* n. sp. die Knoten nur schwach entwickelt sind.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta, zusammen mit *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.

Vorkommen: Die nahestehenden Nevaditen liegen in der *Trinodosus*-Zone.

Nevadites sp. indet. Jugendformen.

Material: 7 verkieselte Schalen, D = 3—4 mm.

Beschreibung: Schale ziemlich involut, Nabel sehr tief. Externteil breit gerundet. Flanken schwach gewölbt und steil zum Nabel abfallend, nicht scharf gegen den Externteil abgesetzt. Querschnitt erheblich breiter als hoch. Die Skulptur besteht aus feinen Rippen, die sich beim Übergang auf die Ventralseite regelmäßig gabeln und ungeschwächt die Ventralseite queren. Vereinzelt eine schwache Andeutung von Knoten an der Gabelungsstelle.

Bemerkungen: Die Schalen sind Jugendformen von *Nevadites Lissoni* n. sp. und *N. sutanensis* n. sp., die sich teils wegen des Erhaltungszustandes, teils, weil sich in diesem Stadium die für die Unterscheidung wichtige Knotenskulptur noch nicht ausgebildet hat, nicht mit Sicherheit unter die beiden Spezies aufteilen lassen.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta, zusammen mit *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.

Vorkommen: Siehe das p. 163 u. 165 Gesagte.

Genus *Trachyceras*, Subgenus *Anolcites* Mojs.

Es umfaßt die Trachyceraten, bei denen die Rippen auf der Ventralseite nicht unterbrochen sind und eine Medianfurche fehlt.

[1] Mojsisovics, 67. p. 424. Taf. 122 Fig. 41.

Anolcites Dieneri n. sp.

Taf. III Fig. 9—11.

Material: 10 verkieselte Exemplare und mehrere Bruchstücke.

Maße:

D	N	H	d	h	D/N	D/H	d/h
12 mm	4 mm	5 mm	5,5 mm	4,5 mm	3	2,4	1,2
10 „	3 „	5 „	6,0 „	4,0 „	3,3	2,0	1,5
6 „	2 „	2,5 „	— „	— „	3,0	2,4	—
5 „	1 „	2 „	3 „	2 „	5,0	2,5	1,5

Beschreibung: Form mäßig evolut. Evolution nimmt mit dem Alter zu. Querschnitt subquadratisch-gerundet mit stark abgeflachter Ventralseite und flachen Flanken, breiter als hoch. Größte Dicke in der Mitte der Flanken. Die Höhe nimmt mit dem Alter zu. Nabel kräftig eingetieft, die Flanken fallen steil zum Nabel. Bis 5 mm D ist der Ventralteil glatt (Fig. 11 b). Auf der Mitte der Flanken finden sich kräftige, breite, durch gleich breite Zwischenräume getrennte Querwülste, die nicht bis zum Nabel reichen und sich an ihrem distalen Ende zu starken Knoten verdicken (Lateralknotenreihe), Fig. 11 b. Später setzen diese Rippen abgeschwächt, aber ungeteilt über den Ventralteil, und die Lateraldornen verstärken sich zu Stacheln. Bei 10 mm D bilden sich die Rippen zu scharfen, schmalen, durch erheblich breitere Zwischenräume getrennten Leisten um und teilen sich an den Lateraldornen in 2—3 Spaltrippen (Fig. 10). Letztere sind durch etwa gleich breite Zwischenräume getrennt und tragen an ihrem distalen Ende schwache, knotenartige Verdickungen. Außerdem erscheinen im Alter Schaltrippen, die nabelwärts nur bis zur halben Umgangshöhe reichen. Von der Bifurkationsstelle setzen die Rippen stark abgeschwächt über den Ventralteil (Fig. 9). Im Alter sind sie auf der Ventralseite so stark abgeschwächt, daß diese fast glatt ist. Die Hauptrippen verlaufen geradlinig, ganz schwach nach vorne geneigt. Von den in einem Rippenbündel vereinigten Spaltrippen ist die am weitesten nach vorne gelegene am stärksten vorgezogen. Der letzte halbe Umgang des größten Exemplars hat 6 Haupt- und 18 Spaltrippen. Die schlecht erhaltene Sutur hat außer dem Extern- und Internlobus zwei Lateralloben und einen inneren Auxiliarlobus. Der 1. Lateral-

lobus ist sehr breit, der 2. Lateralobus erheblich schmäler und flacher, der 1. und 2. Lateralsattel sind gleich groß. Wohnkammer und Mündung unbekannt.

Bemerkungen: Die Zuteilung der Art zu einem bekannten Genus stößt auf Schwierigkeiten; in der allgemeinen Gehäuseform, der Evolution und der Sutur stimmt sie mit den Nevaditen überein. Unterschiede sind: der berippte Ventralteil, das Fehlen einer kräftigen Marginalknotenreihe und die geringe Anzahl der Hauptrippen bei der vorliegenden Art. Andererseits sind auch bei letzterer die Marginalknoten schwach angedeutet, und manche Nevaditen zeigen auch noch bei erheblicher Größe wenigstens eine schwache Andeutung von Rippen auf dem Ventralteil[1]. Ferner sind auch bei *Anolcites Dieneri* n. sp. auf der Externseite dort, wo sich bei den Nevaditen das glatte Band findet, die Rippen stark abgeschwächt. Ich stelle die Art wegen des berippten Ventralteiles zu *Anolcites*, doch nimmt sie auch hier eine isolierte Stellung ein. Am ähnlichsten sind noch die Formen aus Nevada, wie *A. Furlingi* Smith[2]. Wenn dieser sich auch in vielen Einzelheiten, wie größere Zahl der kräftigen Knotenreihen, zahlreichere Spaltrippen und Form des Querschnitts unterscheidet, so erinnern doch die sehr kräftigen, durch weite Zwischenräume getrennten, etwas nach vorne ziehenden Hauptrippen, deren Zahl auch nur wenig höher ist wie bei *A. Dieneri* n. sp., stark an diesen.

Eine gewisse Ähnlichkeit in der Skulptur zeigt *Metasibirites spinescens* Hau.[3], bei dem ebenfalls die Ventralseite berippt ist, doch besitzt er z. T. sehr stark gewölbte Umgänge, während die Peru-Form einen flachen Externteil und flache Flanken hat. Außerdem ist bei letzterer Art die Zahl der Hauptrippen geringer. Ferner setzt bei den Metasibiriten die Berippung ungeschwächt oder nur wenig geschwächt über die Externseite, und die Verschwächung der Rippen tritt im letzteren Falle an der Bifurkationsstelle ein. Bei *Anolcites Dieneri* n. sp. dagegen verschwächen sich die Rippen erst an den mehr ventralwärts gelegenen, schwachen Marginalknoten,

[1] Smith, 91. Taf. 81 Fig. 19.

[2] Smith, ebenda. p. 130. Taf. 83 Fig. 1—7, Taf. 84 Fig. 1—13.

[3] Mojsisovics, 67. p. 327. Taf. 124 Fig. 1.

wodurch ein schwächer beripptes Externband entsteht. Die Gattung *Helictites* ist zwar durch die abgeflachten Flanken dem *Anolcites Dieneri* n. sp. ähnlich, hat aber eine andere Berippung[1]. Andererseits hat die Sutur von *Helictites*, ähnlich wie die Peru-Form, den im Vergleich zum 1. Laterallobus sehr flachen 2. Laterallobus und den inneren Auxiliarlobus und gleicht auch der Sutur von *Anolcites Furlingi* Smith[2].

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

Vorkommen: Der am nächsten stehende *Anolcites Furlingi* Smith stammt aus der mittleren Trias (*Daonella dubia*-Zone, *Trinodosus*-Zone) von Nordwestamerika.

Sagenites aff. *quinquepunctatus* Mojs.

Taf. VI Fig. 12—14.

Literatur:

1909. *Sagenites* sp. aus der Gruppe der Reticulati Steinmann, **95**. p. 617.
1911. *Sagenites* de grupo Reticulati Lisson, **59**. p. 154.
1913. *Sagenites* de grupo de Reticulati Lisson, **60**. p. 17.
1915. *Sagenites* sp. Diener, **29**. p. 104.

Material: 34 Exemplare, zum größten Teil Steinkerne, darunter kein vollständiges.

Maße:

D	N	H	h	d	D/N	D/H	d/h
22 mm	2 mm	11 mm	9 mm	14 mm	11	2	1,5
16 „	2 „	9 „	6 „	12 „	8	1,77	2,0
12 „	1 „	7 „	4,5 „	10 „	12	1,71	2,22

Beschreibung: Schale sehr involut mit engem und tiefem Nabel. Querschnitt breiter als hoch, mit dem Alter an Höhe zunehmend. Ventralseite leicht gewölbt, Flanken ziemlich flach, steil zum Nabel abfallend. Der älteste Gehäuseteil ist glatt. Die Skulptur beginnt mit schwachen, auf die Externseite beschränkten Querrippen. Später bilden sich breite, faltenartige, durch schmälere Zwischenräume getrennte Querrippen, die über die Externseite setzen. Dazu treten Spiralknotenreihen. Die Rippen verschwächen sich nach dem Nabel zu und verschwinden an der innersten Knotenreihe. Auf den Flanken gerade, schwingen sie auf dem Externteil leicht nach vorne. Auf dem jüngsten Schalenteil

[1] Mojsisovics, ebenda. Taf. 129.
[2] Smith, ebenda. p. 130. Taf. 83 Fig. 1—7, Taf. 84 Fig. 1—13.

treten die Rippen weit auseinander und sind durch breite Zwischenräume getrennt. Es sind 5 Reihen spiral angeordneter, stumpfer Knoten vorhanden. Die dem Nabel nächstgelegene Knotenreihe ist erheblich schwächer als die anderen nahezu gleich kräftigen und erscheint auch erst erheblich später. Feinere Skulptureinzelheiten sind nicht zu erkennen. Die wenig deutliche Sutur zeigt bei einem Exemplar, D = 8 mm, einen Externlobus und zwei Lateralloben, von denen der erste tiefer ist als der Externlobus. Ein Mediansattel ist nicht sicher zu erkennen. Der Externsattel ist in mehrere Lappen zerteilt. Außerdem anscheinend noch zwei äußere Hilfsloben, von denen der am meisten nabelwärts gelegene sehr schwach entwickelt ist. Es folgen zwei innere Hilfsloben und der Internlobus.

Bemerkungen: Die Stücke sind mit den von Steinmann und Lisson genannten ident. Sie stimmen vollkommen mit der Beschreibung und Abbildung von Mojsisovics überein[1]. Die feinen Spiral- und Anwachsstreifen sind durch die Verkieselung zerstört. Eine geringe Abweichung besteht in der Sutur. Die Abbildung Mojsisovics' Taf. 97 Fig. 2c unterscheidet sich von dem kleinen peruanischen Stück durch den im Vergleich zum Externlobus flacheren Laterallobus und dadurch, daß die Naht bereits hart hinter dem 2. Lateralsattel liegt, während die Stücke aus Peru deutlich einen 1. Hilfslobus und Hilfssattel und vielleicht noch einen 2. Hilfslobus außerhalb der Naht besitzen. Hierdurch schließen sie sich enger an den *Sagenites malayicus* Welt.[2] an, der gleichfalls einen tiefen 1. Laterallobus und einen Hilfslobus und Hilfssattel außerhalb der Naht zeigt. Im übrigen ist die Art von Timor im Querschnitt und der Skulptur erheblich von den peruanischen Stücken verschieden. Übrigens wechselt auch bei den peruanischen Stücken das Verhältnis der Tiefe des Externlobus und 1. Laterallobus.

Die jungen Exemplare mit vollkommen glatter Schale sind in der Form jungen Arcestiden und Cladiscitiden der verschiedensten Gruppen sehr ähnlich, unterscheiden sich aber von diesen durch die bei einem D von 7—8 mm beginnende Querberippung

[1] Mojsisovics, 67. p. 165. Taf. 97 Fig. 2, Taf. 125 Fig. 3.

[2] Welter, 105. p. 107. Taf. 16 Fig. 6—7, Taf. 17 Fig. 1.

des Ventralteiles. *Sagenites* sp. indet. nov. form. Mojs.[1] aus dem Himalaya gehört gleichfalls in die Nähe des *S. quinquepunctatus* Mojs., während der von Buru beschriebene *S. subtheodoris* Krumb.[2] in keiner Beziehung zu den peruanischen Stücken steht. Auch aus Nordamerika ist nichts Ähnliches bekannt. Durch den gemeinsamen Besitz der den meisten retikulaten Arten fehlenden Spiralknotenreihen bilden die genannten Formen, die Art von Buru ausgenommen, eine eng zusammengehörende Gruppe.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

Vorkommen: *Sagenites quinquepunctatus* Mojs. stammt aus den norischen Hallstätter Kalken der Alpen. Die nahestehenden genannten Formen finden sich im Noricum des Himalaya und von Timor.

Sagenites sp. indet. Jugendform.

Literatur:

1866. *Sibirites* sp. Mojs. p. p. Mojsisovics, **68**. p. 150.
1909. *Sibirites* sp. Mojs. Steinmann, **94**. p. 1.

Material: 1 verkieselter Steinkern von 4,5 mm Durchmesser.

Beschreibung: Dickes, sehr enggenabeltes Gehäuse. D = 4,5 mm. Querschnitt erheblich breiter als hoch. Externseite breit gerundet; Flanken gewölbt, gegen den Externteil nicht abgesetzt, aber steil nach der Naht fallend. Keinerlei Skulptur erhalten. Sutur gut erhalten. Außer dem Externlobus zwei Lateralloben; sämtliche Loben gleich tief. Die Sättel nehmen nach der Naht zu langsam an Größe ab. Externlobus mit kräftigem Mediansattel. Externsattel und 1. Lateralsattel an ihrem Ende eingekerbt. 1. Laterallobus mit zwei Zacken auf dem Grunde.

Bemerkungen: Das Stück ist von Mojsisovics als *Sibirites* sp. bestimmt. Die globose Form, der sehr enge Nabel und vor allem die Sutur beweisen, daß kein *Metasibirites* vorliegt. Die Sutur von *Metasibirites* ist nur wenig bekannt, doch nimmt die Tiefe der Loben von der Ventralseite nach dem Nabel ab und besonders ist der auffallend kurze 2. Laterallobus charakteristisch. Dagegen sind bei dem vorliegenden

[1] Mojsisovics, **70**. p. 609. Taf. 10 Fig. 5.
[2] Krumbeck, **55**. p. 91. Taf. 6 Fig. 15.

Stück die Loben gleich tief und nehmen die Sättel an Größe ab. Auch fehlt bei *Metasibirites* die Zerteilung der Sättel und Loben, wenn man von den Arten von Timor absieht (p. 158), deren Zugehörigkeit zu *Metasibirites* nicht sicher ist. Aber auch bei diesen ist die Zerteilung nicht so weit vorgeschritten wie bei dem peruanischen Stück, dessen Sutur zudem einem sehr jungen Wachstumsstadium entspricht.

Demgegenüber stimmt das Stück in der äußeren Form vollständig mit den zahlreichen Jugendexemplaren des *Sageniten* aff. *quinquepunctatus* Mojs. von Suta überein, die durch zahlreiche Übergänge mit den ausgewachsenen Exemplaren verknüpft sind. Die einzige mir bekannte Abbildung der Sutur eines jungen Sageniten gibt Hyatt[1], und diese stimmt gleichfalls mit der Sutur des vorliegenden Stückes überein. Neben der gleichen Zahl, Größe und Anordnung der Lobenelemente ist auch die beginnende, unregelmäßige Zerteilung der Loben und Sättel erkennbar. Eine nähere Bestimmung des kleinen Sageniten ist nicht möglich. Wahrscheinlich gehört er aber zu *S.* aff. *quinquepunctatus* Mojs., der bei Suta im Utcubambatal in zahlreichen Exemplaren und Jugendformen vorkommt. Auch der Erhaltungszustand ist der gleiche.

Fundort: Sunibamba auf dem linken Ufer des Rio Utcubamba 6°20′ s. Br.

Vorkommen: Findet sich wahrscheinlich auch bei Suta in Peru.

Monophyllites sp. indet.

Taf. VI Fig. 15 a u. b.

Literatur:

1909. *Monophyllites* sp. Steinmann, **95**. p. 617.
1911. *Monophyllites* sp. Lisson, **59**. p. 154.
1913. *Monophyllites* sp. Lisson, **60**. p. 17.
1915. Diener, **29**. p. 104.

Material: 1 verkieselter Steinkern.

Beschreibung: Schale evolut. Querschnitt gerundet, breiter als hoch, größte Breite in der Flankenmitte. Flanken gewölbt. Sie gehen ohne scharfe Grenze in den gleichmäßig

[1] Hyatt and Smith, **44**. Taf. 28 Fig. 14 von *Sagenites Herbichi* Mojs.

gewölbten Externteil über und fallen steil zum Nabel ab. Skulptur nicht zu erkennen. Sutur schlecht erhalten. Externlobus mit kräftigem Mediansattel. Externsattel etwas niedriger als 1. Lateralsattel. 1. Laterallobus auf dem Grunde mit zwei deutlichen, gegen die Mitte des Lobus konvergierenden Zacken. 1. Lateralsattel links oben breit blattförmig gerundet. Der 2. Lateralsattel ist der Naht bereits so nahe gerückt, daß höchstens noch für einen kleinen, äußeren Auxiliarlobus Platz vorhanden ist, doch ist ein solcher nicht zu erkennen. Jedenfalls sind zahlreiche Hilfsloben ausgeschlossen.

Bemerkungen: Die äußere Form und die erkennbaren Einzelheiten der Sutur reichen gerade aus, um die Zugehörigkeit zu *Monophyllites* sicherzustellen.

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

Vorkommen: Aus Nordamerika wird ein *M. Billingsianus* Gabb[1] aus der mittleren Trias (*Daonella dubia*-Zone) der Humboldt Range beschrieben.

Arcestes sp. indet.

Literatur:

1909. *Arcestes* sp. Steinmann, **95**. p. 617.
1911. *Arcestes* sp. Lisson, **59**. p. 154.
1913. *Arcestes* sp. Lisson, **60**. p. 17.
1915. *Arcestes* sp. Diener, **29**. p. 104.

Material: 1 verkieselter Steinkern ohne Wohnkammer.

	D	N	H	h	d
Maße:	6 mm	0,75 mm	3 mm	1 mm	5 mm

Beschreibung: Gehäuse kugelig mit sehr engem und tiefem Nabel. Umgänge sehr flach zusammengedrückt. $h = \frac{1}{6} d$. Ventralteil breit gerundet, gegen die gewölbten Flanken nicht abgesetzt. Diese fallen steil zum Nabel. Sutur undeutlich, mit breitem Externlobus. Bis zur Naht folgen 5—7 kleine, gleichmäßig entwickelte Loben und Sättel. Schaleneinschnürungen anscheinend vorhanden.

Bemerkungen: Zu einer näheren Bestimmung ist das Stück zu schlecht. Anscheinend ähnliche Arten finden sich in der oberen Trias von Nordamerika[2].

Fundort: Ammonitenkalk von Suta.

[1] Smith, **91**. p. 48. Taf. 5 Fig. 3, Taf. 22 Fig. 1—5, Taf. 48 Fig. 8—9.
[2] Hyatt and Smith, **44**. p. 78.

Vorkommen: Eine wohl ähnliche Form findet sich in den *Pseudomonotis*-Schichten der Humboldt Range zusammen mit *Rhabd. Russeli* Hyatt und *Plac. Humboldtensis* H. and Sm.

Als einziger Cephalopodenrest aus dem Konglomerat von Uliachin ist ein Bruchstück eines unbestimmbaren Ammoniten zu erwähnen von D = 2,5 mm mit 3 Windungen. Die Form ist sehr evolut, mit breitem, glattem, von scharfen Kanten begrenztem Externteil, flach gewölbten Flanken, scharfer Nabelkante und steilem Nahtabfall. Der Querschnitt ist schlank, höher als breit. Habituell gleicht das Stück manchen *Meekoceras*- und *Lecanites*-Arten der unteren Trias.

Altersbestimmung der einzelnen Vorkommen.

A. Ammonitenkalk von Suta.

Das norische Alter ist durch *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell., die im ganzen circumpazifischen Gebiet als norische Leitform auftritt, sichergestellt. Es wird durch *Rhabdoceras curvatum* Jaw., der sich in den norischen Hallstätter Kalken der Alpen findet und dessen nächste Verwandten (*Rh. Suessi* Hau. und *Rh. Russeli* Hyatt) in den Alpen, Sizilien, Nevada, Kalifornien und Misol ebenfalls in der norischen Stufe vorkommen, bestätigt. In Nordamerika liegt *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. zusammen mit *Rhabdoceras Russeli* Hyatt, analog den Verhältnissen in Peru. *Placites* cf. *Sakuntula* Mojs. und *Sagenites* aff. *quinquepunctatus* Mojs. weisen gleichfalls auf norisches Alter hin. Dagegen haben *Nevadites sutanensis* n. sp., *N. Lissoni* n. sp. und *Anolcites Dieneri* n. sp. ihre nächsten Verwandten in der anisischen *Trinodosus*-Zone von Nevada. Die Gattung *Nevadites* ist mit Ausnahme einer einzigen Art aus der anisischen Stufe von Bosnien nur in den anisischen Humboldtkalken von Nevada bekannt, und die Erfahrung über ihren stratigraphischen Wert dementsprechend recht gering. Dagegen ist die Gattung *Rhabdoceras* und *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. von zahlreichen, weitentfernten Punkten (Alpen, Nordamerika, Misol) als charakteristische Leitform des Noricums bekannt. Die Nevaditen finden sich in Peru in demselben Handstück mit *Ps. ochotica* (Keys.) Tell. und *Rhabdoceras curvatum* Jaw. zusammen. Sie können meines Ermessens an der norischen Altersbestimmung nichts ändern, sondern ihr Vorkommen mit typisch norischen Formen beweist nur, daß die Gattung sich in Süd-

Namen	Alter						Vorkommen					
	Anisisch	Ladinisch	Karnisch	Norisch	Rhätisch	Liasisch	Germanisch	Alpin-mediterran	Himalayisch	Malaiisch	Maorisch	Nordandin
Ammonitenkalk von Suta.												
Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	(+)[1]	+[2]
Nucula aff. *carantana* Bittn.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Leda sp. cf. aff. *sulcellata* Mstr.	.	C[3]	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Cardita cf. *singularis* Healy	.	.	(+)	(+)	+	.	.	.	B[4]	(+)	(+)	.
Dentalium sp. cf. *simile* Broili	.	(C)	(+)	(+)	.	.	.	(+)	.	(+)	.	.
Pseudoscalites subarmatus n. sp.	.	(+)	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
Eucycloscala cf. *exigua* Healy	.	(+)	.	.	+	.	.	(+)	B	.	.	.
Rhabdoceras curvatum Jaw.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	(+)	.	(+)
Placites sp. cf. *Sakuntula* Mojs.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	(+)
Nevadites Lissoni n. sp.	(O)[5]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)
— *Sutanensis* n. sp.	(O)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)
— sp. indet., Jugendform	(O)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)
Anolcites Dieneri n. sp.	(O)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)
Sagenites aff. *quinquepunctatus* Mojs.	.	.	.	(+)	.	.	.	(+)	(+)	(+)	.	.
Monophyllites sp. indet.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arcestes sp. indet.	.	.	.	(+)?	.	.	.	.	.	.	.	(+)

Myophorienkalk von Huairas.

Pseudomonotis ochotica (KEYS.) TELL.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	(+)	+
Phaenodesmia peruana n. sp.	.	(C)	.	.	.	.	.	(+)[6]	.	.	.	.
Myophoria paucicostata n. sp.	.	.	(+)	(+)	.	.	.	(+)	.	(+)	(+)[7]	.
Astarte Incae n. sp.	.	.	.	.	.	(U)	.	(+)	.	.	.	.
Unicardium sp. indet.	.	(+)	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.
Cardium Héberti TERQU.	.	.	.	.	(+)	U	(+)	+	.	.	.	.
Promathildia Bittneri KITTL	.	C	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Myophorienkalk von Uliachin (Cerro de Pasco).

Phaenodesmia peruana n. sp.[8]	.	(C)[9]	.	.	.	.	.	(+)[10]	.	.	.	.
Anodontophora cf. *edmondiformis* TRECH.	.	.	.	+	.	.	.	.	(+)	(+)	+ [11]	.
Myophoria ex aff. *vestitae* ALB.	.	.	(+)	(+)	.	.	.	(+)	.	(+)	(+)[12]	.
— sp. indet. cf. *decussata* GOLDF.	.	(C)	(+)	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.

[1] Die Klammern bedeuten das Vorkommen einer nahverwandten Art.
[2] Außerdem auch in der arktischen Trias, in der Krym, im Kaukasus und in Japan.
[3] C bedeutet Cassianer Schichten.
[4] B bedeutet Rhät von Birma.
[5] U, M, O. bedeutet untere, mittlere, obere Stufe des Horizontes.
[6] Nahverwandte Arten in der karnischen Trias von Mexiko und im russischen Jura.
[7] Eine verwandte Form in der arktischen Trias.
[8] Auch aus dem Kalk von Huairas bekannt.
[9] C bedeutet Vorkommen bei St. Cassian; die Klammern das Vorkommen einer nahverwandten Art.
[10] Nahestehende Arten in der karnischen Trias von Mexiko.
[11] Stammt nicht aus dem Anstehenden, sondern aus einem Geröll.
[12] Eine verwandte Art in der karnischen Stufe der arktischen Trias.

Namen	Alter						Vorkommen					
	Anisisch	Ladinisch	Karnisch	Norisch	Rhätisch	Liassisch	Germanisch	Alpin-mediterran	Himalayisch	Malaiisch	Maorisch	Nordandin
Trachynerita evoluta n. sp.	.	(+)	.	(+)	.	.	.	(+)	.	(+)	.	.
Pseudoscalites subarmatus n. sp.[1]	.	(+)	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
Katosira n. sp. indet.	.	(+)	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
— n. sp. ex aff. *fragilis* Kok.	.	.	(+)	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
Omphaloptycha sp. indet. ex aff. *Aldrovandii* Stopp.	.	(+)	.	(+)	.	.	.	(+)	.	.	.	.
Coelostylina (Gradiella?) sp. indet.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Geröll von Junin.												
Avicula Di-Stefanoi n. nom.	.	(C)	+	.	.	.	.	+[2]	.	.	.	.
Gervillia (?) quadricostata n. sp.	.	.	.	.	(+)	.	(+)	(+)	(B)[3]	.	.	.
Neritaria neritina Mstr.	.	+	.	.	.	(+)	.	+	.	.	.	.
Omphaloptycha Rhenana Kok.	.	+	.	.	.	+	+	(+)	.	.	.	.
Promathildia aff. *Ammoni* Wöhrm.	.	.	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+	(B)	(+)	.	.

Geröll aus dem Konglomerat von Uliachin.

Crinoidenstielglieder	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Echinodermenstachel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pecten n. sp. cf. *inconspicuus* BITTN.[4]	.	.	(+)	(+)	.	.	.	(+)	.	(+)	.	.
Leda oxyrhyncha n. sp.	.	.	.	.	.	(U)[5]	(+)	(+)	.	.	.	.
Phaenodesmia peruana n. sp.[6]	.	(C)[7]	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
Macrodon juttensis BITTN.	.	.	+	(+)	(+)	.	.	+	(B)[3]	(+)	.	.
Myophoria paucicostata n. sp.[8]	.	.	(+)	(+)	.	.	.	(+)	.	(+)	(+)[9]	.
Astarte Incae n. sp.[8]	.	.	.	.	.	(U)	.	(+)	.	.	.	.
Nova forma ex familia Astartidarum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physocardia sp. indet.	.	(C)	(+)	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
Cardium Héberti TERQU.[8]	.	.	.	.	(+)	U	(+)	+	.	.	.	.
Isodonta neotropica n. sp.[10]	.	.	.	.	.	(U)	(+)	.	.	.	.	.
Dentalium cf. *undulatum* MSTR.	.	C	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Eucyclus pacificus n. sp.	.	.	.	(+)	.	.	.	(+)	.	.	.	.

[1] Auch aus dem Ammonitenkalk von Suta bekannt.
[2] Nahestehende Arten in der karnischen Trias von Mexiko.
[3] B bedeutet Rhät von Birma.
[4] Die Klammer bedeutet das Vorkommen verwandter Formen.
[5] U, M, O bedeutet untere, mittlere, obere Stufe.
[6] Findet sich auch bei Huairas und im Myophorienkalk von Uliachin.
[7] C bedeutet Cassianer Schichten.
[8] Findet sich auch bei Huairas.
[9] Eine nahstehende Art in der karnischen, arktischen Trias.
[10] Kaum verschiedene Arten im Oxford des Schweizer Jura und im Kimmeridge von Nordfrankreich.

amerika in erheblich jüngeren Schichten findet als in Nevada. Dies kann möglicherweise auf Nordamerika, wo sie in den Humboldt-Kalken sehr häufig ist, als Entstehungszentrum weisen; sie wären dann erst im Lauf der Trias nach Südamerika eingewandert.

Unter den 6 Zweischalern und Gastropoden sind, von *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. abgesehen, keine stratigraphisch wichtigen Formen. Ihre nächsten Verwandten finden sich teils in den Cassian-Raibler-Schichten, teils im Rhät. Dies hängt damit zusammen, daß norische Schichten mit einer normalen, aus Cephalopoden und anderen Molluskengruppen gemischten Fauna wenig bekannt sind. Eine Ausnahme bilden im Mediterrangebiet die Zlambachmergel und die Trias von Mysien; im östlichen Teil des indomalaiischen Gebiets die Fogi-Schichten von Buru, die *Nucula*-Mergel von Misol und die Padang-Schichten von Sumatra [1]. Meist ist das Noricum in reiner Cephalopodenfazies oder in der Fazies des Hauptdolomits und des Dachsteinkalks ausgebildet. Die obere Trias von Mysien besitzt, wie auch Diener hervorhebt, einen sehr stark ausgeprägten Lokalcharakter, der sie auch im Mediterrangebiet eine Sonderstellung einnehmen läßt. Dieser Umstand, wie auch die faziellen Unterschiede — in Mysien handelt es sich um Konglomerate, Sandsteine, sandige Kalke, sandigen Lehm und Schiefer — und die gewaltige Entfernung von Peru, die den halben Erdumfang beträgt, erklären wohl das Fehlen näherer Beziehungen zwischen der norischen Trias von Mysien und Peru. *Cardita* cf. *singularis* Healy, die mit einer Form des burmanischen Rhät verglichen ist, steht auch der *C. buruca* Krumb. und *C. globiformis* Boettg. aus den Fogi-Schichten, den Plattenkalken von Padang und den *Nucula*-Mergeln von Misol nahe. *Nucula* aff. *carantana*

[1] Die Fauna der Padang-Schichten fasse ich auch noch jetzt, nach der Neubearbeitung durch Krumbeck, als norisch, nicht als karnisch auf (s. Jaworski, 46. p. 162—64). Ich stimme darin mit Wanner und Diener überein (dies. Jahrb. 1915. I. p. 288). Das Alter der *Nucula*-Mergel ist durch typisch norische Cephalopoden bewiesen. In den Padang-Schichten fehlen Cephalopoden. Aus ihrer Ähnlichkeit mit den *Nucula*-Mergeln folgere ich, daß auch die Padang-Schichten norisch sind. Die Ähnlichkeit der Sumatraner Zweischaler mit mediterranen karnischen Arten ist kein Hindernis, da norische Zweischalerfaunen aus den Alpen nicht bekannt sind.

Bittn., *Leda* sp. cf. aff. *sulcellata* Mstr., *Dentalium* sp. cf. *simile* Broili und *Pseudoscalites subarmatus* n. sp. haben ihre nächsten Verwandten in den Cassianer Schichten, *Eucycloscala* cf. *exigua* Healy im Rhät von Birma, doch findet sich eine der letztgenannten ähnliche Art auch bei St. Cassian.

Zusammenfassung: Die Ammonitenkalke von Suta sind, wie bereits Steinmann erkannt und wie durch *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell., *Rhabdoceras curvatum* Jaw. und andere Cephalopoden bewiesen wird, norisch. Die Nevaditen und der ihnen nahestehende *Anolcites Dieneri* n. sp. treten in Peru in erheblich jüngeren Schichten als in Nevada auf. Die Zweischaler und Gastropoden stehen karnischen, norischen und rhätischen Arten nahe und sind stratigraphisch wertlos.

B. *Pseudomonotis*-Kalke des Utcubambatals.

Ihr Alter ist durch das massenhafte Vorkommen von *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. bestimmt. Auch die beiden Ammoniten von Sunibamba: *Metasibirites* sp. cf. *annulosus* Mojs. und *Sagenites* sp. indet. Jugendform, weisen auf norisches Alter hin. Bei Lluy haben die Schichten einen nicht näher bestimmbaren *Pecten* und *Placunopsis* cf. *Napengensis* Healy geliefert. Die letztgenannte Form steht rhätischen Arten aus den Alpen und aus Birma und norischen Formen von Buru und Sumatra nahe.

C. Myophorienkalk von Huairas.

Es sind 6 Zweischaler, darunter *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. und ein Gastropode bekannt. Die *Pseudomonotis* beweist norisches Alter. Die übrigen Formen gestatten keine sichere Altersbestimmung, da sie zum Teil Cassianer Arten, zum Teil Rhät- und Liasformen nahestehen [1]. Die Erklärung ist dieselbe wie oben. Die häufigste Form, *Phaenodesmia peruana* n. sp. steht Cassianer Arten am nächsten und ähnliche Arten finden sich anscheinend auch in der karnischen Trias von Mexiko. *Promathildia Bittneri* Kittl findet sich auch bei St. Cassian. *Myophoria paucicostata* n. sp. gehört

[1] Etwas Ähnliches ist aus dem Rhät von Umbrien bekannt (Principi, 82. p. 36), wo sich neben Rhätformen Cassianer und Liasarten finden; ferner aus dem Rhät des südlichen Tripolis.

zur Gruppe der *M. vestita* Alb., die in den Alpen und im Mediterrangebiet karnisch ist, sich aber in einer ganz nahverwandten Form in den norischen Schichten von Buru und Misol findet. *Cardium Héberti* Terqu. liegt im Unterlias, und das nahestehende *C. cloacinum* Quenst. im Rhät. *Astarte Incae* n. sp. hat gleichfalls ihre nächsten Verwandten im Lias.

Zusammenfassung: Der Myophorienkalk von Huairas ist norisch. Für die Altersbestimmung kommt nur *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. in Frage. Die übrigen Arten weisen auf ein Alter zwischen Cassianer Schichten und Lias.

D. Myophorienkalk von Uliachin bei Cerro de Pasco.

Die Altersbestimmung ist nur in weiteren Grenzen möglich, da die Fauna artenarm ist und stratigraphisch scharf charakterisierte Formen fehlen. Von den 9 beschriebenen Arten fallen *Coelostylina (Gradiella?)* sp. indet., *Pseudoscalites subarmatus* n. sp. und *Phaenodesmia peruana* n. sp., da die Bestimmungen nicht ganz sicher sind, für die Altersfrage weg. Zudem sind taxodonte Zweischaler infolge ihres konservativen Charakters für stratigraphische Bestimmungen ungeeignet. Von den beiden Myophorien, den häufigsten und charakteristischsten Fossilien des Kalkes von Cerro de Pasco, hat *Myophoria* ex. aff. *vestitae* Alb. ihre nächsten Verwandten in Buru und Misol in der norischen, in Europa und Neuseeland dagegen in der karnischen Stufe. Sie steht ferner der sicher norischen *M. paucicostata* n. sp. von Huairas sehr nahe. *Trachynerita evoluta* n. sp. hat ebenfalls ihre nächsten europäischen Verwandten in den ladinischen Esino-Marmolata-Kalken, während von Buru eine sehr ähnliche Art aus dem Noricum bekannt ist.

Katosira n. sp. indet. und *K.* n. sp. ex aff. *fragilis* Kok. weisen auf ladinische bezw. karnische Arten hin. Die einzige Art, die ausschließlich zu norischen Formen aus Buru, Misol, Sumatra, Neuseeland und dem Himalaya Beziehungen aufweist, ist *Anodontophora* cf. *edmondiformis* Trech. Hinweise auf jüngere als norische Formen fehlen in den Kalken.

Die Kalke sind demnach obertriadisch, karnisch oder norisch, je nachdem man das überwiegende Gewicht auf die Beziehungen zu der mediterranalpinen oder zur malaiischen

Provinz legt. Das Fehlen von Arten, die mit der Fauna von Huairas gemeinsam sind oder auf jüngere Rhätarten hindeuten, macht ein karnisches Alter wahrscheinlicher. Trifft dies zu, so gehören die schwarzen Myophorienkalke bei Huairas und Cerro de Pasco verschiedenen Horizonten an. Auch der Umstand, daß bei Huairas alle Stücke stark verkieselt sind, bei Cerro de Pasco aber nicht, kann darauf hindeuten, daß die Myophorienkalke trotz weitgehender petrographischer Ähnlichkeit an beiden Orten verschiedenen Horizonten der Obertrias angehören.

Zusammenfassung: Der Myophorienkalk von Cerro de Pasco ist obertriadisch, wahrscheinlich karnisch, also älter als der Myophorienkalk von Huairas.

E. Das Konglomerat von Uliachin bei Cerro de Pasco.

Auch hier fehlen charakteristische Leitformen. Die unbestimmbaren Echinodermenreste, die merkwürdige, neue Astartide und *Physocardia* sp. scheiden für die Altersbestimmung aus. Es bleiben also 10 Arten. Von diesen weisen *Phaenodesmia peruana* n. sp. und *Dentalium* cf. *undulatum* Mstr. auf Cassianer-Raibler-Alter. *Pecten* n. sp. cf. *inconspicuus* Bittn., *Myophoria paucicostata* n. sp. und *Macrodon juttensis* (Pich.) Bittn. finden sich in identen oder nahestehenden Arten im alpin-mediterranen Gebiet in der karnischen, im malaiischen Gebiet in der norischen Stufe. *Eucyclus pacificus* n. sp. hat seinen nächsten Verwandten in den norischen Hallstätter Kalken. Schließlich weisen nicht weniger als 4 Arten (*Leda oxyrhyncha* n. sp., *Astarte Incae* n. sp., *Cardium Héberti* Terqu. und *Isodonta neotropica* n. sp.) auf Rhät bis unteren Lias. Diese Tatsachen zeigen ein norisches bis rhätisches Alter an. Von den 6 Formen von Huairas, die zur Artbestimmung geeignet sind, finden sich nicht weniger als 4 bei Uliachin wieder, darunter gerade die häufigsten, wie *Myophoria paucicostata* n. sp. und *Phaenodesmia peruana* n. sp. Da auch der verkieselte Erhaltungszustand in beiden Fällen übereinstimmt, ist die Gleichaltrigkeit der Fauna von Uliachin und Huairas wohl sicher, wenn auch die *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell. bei Uliachin bis jetzt fehlt. Es ist dabei zu bedenken, daß die ganze Fauna von Uliachin aus einem Geröll stammt!! Führt also die Altersbestimmung ohne Be-

rücksichtigung der Funde von Huairas zu einem norisch-rhätischen Alter, so läßt ein Vergleich mit dem Kalk von Huairas das norische Alter wahrscheinlicher erscheinen.

Zusammenfassung: Die Fossilien aus dem Geröll von Uliachin sind norisch und mit dem Myophorienkalk von Huairas gleichaltrig. Nimmt man an, daß das Anstehende des Gerölls von seinem jetzigen Fundpunkt nicht weit entfernt ist, was nach dem p. 103 Gesagten wahrscheinlich ist, so ergibt sich, daß der Myophorienkalk bei Cerro de Pasco wahrscheinlich einen tieferen karnischen und einen höheren norischen Horizont enthält; der letztere ist gleichaltrig mit dem Myophorienkalk von Huairas.

F. Das Geröll von Junin.

Das Muttergestein ist mir unbekannt. Von den 5 Fossilien findet sich *Neritaria neritina* Mstr. und *Omphaloptycha rhenana* Kok. in der oberen ladinischen Stufe (Cassianer Schichten bezw. Muschelkalk), *Avicula Di-Stefanoi* nov. nom. und *Promathildia* aff. *Ammoni* Wöhrm. stammen aus der karnischen Stufe, *Gervillia? quadricostata* n. sp. hat die nächsten Verwandten im Rhät. Hieraus folgt ein ladinisch bis karnisches Alter der kleinen Fauna. Bemerkenswert ist, daß *Neritaria neritina* Mstr. eine sehr nahverwandte Art im sizilianischen, *Omphaloptycha rhenana* Kok. eine solche im portugiesischen Lias hat. Auch *Promathildia* aff. *Ammoni* Wöhrm. findet sich in ganz ähnlichen Formen von der karnischen Stufe bis zum Lias herauf. Aus diesem Grunde ist ein karnisches Alter wahrscheinlicher als ein ladinisches.

Zusammenfassung.

Alle Vorkommen mariner Trias in Südamerika, mit Ausnahme des karnischen Myophorienkalkes von Uliachin bei Cerro de Pasco, sind norisch. Ältere marine Trias und marines Rhät fehlen. Die Fossilien des Gerölls von Junin sind wahrscheinlich auch karnisch, doch ist ladinisches Alter nicht unmöglich. Die obere Trias transgrediert ebenso wie an der westlichen Umrandung des Pazifischen Ozeans. Das Alter der von Geinitz (37) und Delhaes (24) als terrestres Rhät beschriebenen Vorkommen in Argentinien ist, wie Schiller (98)

neuerdings ausführt, noch ungewiß, und möglicherweise Kreide. Zweifelloses, terrestres Rhät mit reicher Flora ist aus Nordchile von La Ternera[1] und nach Schiller bisher nur von dort bekannt. In Peru ist das Rhät durch rötliche, fossilleere Sandsteine vertreten, die sich zwischen den fossilführenden unteren Lias- und die *Pseudomonotis*-Schichten im Utcubambatal einschalten (s. p. 101). Auch in Neuseeland, Neukaledonien, dem östlichen Teil des malaiischen Archipels, Japan, Alaska, in manchen Profilen von Kalifornien und Nevada und in Mexiko transgrediert die obere marine Trias; marine untere Trias und marines Rhät fehlen. Eine Ausnahme bildet z. T. Neuseeland, wo auf der Nordinsel marines Rhät bekannt ist. Die südamerikanische Trias fügt sich also in dieses Gesamtbild der zirkumpazifischen Trias gut ein.

Die Faziesverhältnisse.

a) Die petrographische Fazies.

Die mikroskopische und chemische Untersuchung der Gesteine (s. p. 101—103) hat zu keinem besonderen Ergebnis geführt. Es sind durchweg sehr reine, fast tonfreie Kalksteine. Eingeschwemmtes Sedimentmaterial ist nur sehr wenig vorhanden und ebenso fehlen Mikroorganismen. Der vorhandene Quarz ist wohl, wie auch das quarzige Versteinerungsmittel beweist, z. T. neugebildet durch Umkristallisation von SiO_2-Organismen (Spongien, Radiolarien), deren vollständiges Fehlen sich auch hiermit erklären würde.

b) Die paläontologische Fazies.

	Cephalopoden	Zweischaler	Gastropoden	Scaphopoden	Echinodermen
Suta	11	4	2	1	—
Huairas	—	6	1	—	—
Kalk von Uliachin	—	4	6	—	—
Konglomerat von Uliachin . . .	1	10	1	1	Spuren
Junin	—	2	3	—	—

[1] H. Graf zu Solms-Laubach und G. Steinmann, 93.

Bemerkenswert ist das vollständige Fehlen von Foraminiferen, Schwämmen, Korallen und Brachiopoden; auch Echinodermenreste sind nur in Spuren vorhanden. Ammoniten finden sich im Kalk von Suta, und zwar unter 16 Arten 9 Ammoniten, also 56 %, außerdem 4 Zweischaler, 2 Gastropoden und 1 Scaphopode. Ferner haben die *Pseudomonotis*-Kalke des Utcubambatales 2 Cephalopoden geliefert. Die anderen Vorkommen enthalten keine Cephalopoden, nur in dem Konglomerat von Uliachin hat sich noch ein winziges Bruchstück eines Ammoniten gefunden. Der Kalk von Huairas und das Konglomerat von Uliachin enthält eine fast reine Zweischalerfauna. Im Kalk von Cerro de Pasco und im Geröll von Junin überwiegen die Gastropoden. Bedenkt man aber, wie außerordentlich gering vorläufig noch unsere Kenntnisse über diese Ablagerungen sind — die Fauna von Uliachin stammt aus einem einzigen Stück, von den anderen Punkten sind nur 5 bezw. 7 bezw. 10 Arten bekannt, nur der Kalk von Suta hat 18 Spezies geliefert —, so können diese Beobachtungen sehr wohl auf Zufälligkeiten beruhen, und diesen negativen Merkmalen ist daher keine allzugroße Bedeutung zuzumessen. Auffällig ist weiterhin die geringe Größe der Fossilien, die der Fauna den Charakter einer Zwergfauna verleiht, der an St. Cassian erinnert. Eine Ausnahme bilden die Myophorienkalke von Cerro de Pasco und das Geröll von Junin. Daß wirklich Zwergformen und keine Jugendformen vorliegen, zeigen die Ammoniten, die Alters- und Jugendstadien nebeneinander erkennen lassen. Das Pygmäenhafte der Fauna tritt besonders hervor, wenn man die kleinen Nevaditen mit ihren kräftigen und großen Verwandten in Nordamerika vergleicht. Die Riesen unter der Fauna sind die *Pseudomonotis*-Formen, doch besitzen auch diese papierdünne Schalen, brauchen also auch zum Aufbau ihrer Schale verhältnismäßig wenig Kalk.

Die verschiedenen Ansichten über die Ursachen der Entstehung von Zwergfaunen hat Häberle[1] neuerdings zusammengestellt, ohne zu irgendwie neuen Gesichtspunkten zu kommen. Weitere Ergänzungen finden sich bei Dacqué[2]. Die spär-

[1] Häberle, **41**. p. 580 ff.; vgl. auch über eine Pygmäenfauna des Muschelkalks von Veszprem bei Frech, **32**. p. 11.

[2] Dacqué, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. p. 236.

lichen Beobachtungen an der südamerikanischen Fauna liefern auch kein neues Material. Am wahrscheinlichsten erscheint mir, daß auch die winzigen peruanischen Arten in flottierenden Algenmassen lebten und nach dem Absterben zu Boden sanken. Größere Mengen von Pyrit, die Dacqué mit dem Auftreten der Zwergfaunen im nordamerikanischen Devon in ursächlichen Zusammenhang bringt, fehlen.

Die petrographische Fazies, die sich durch die sehr geringe Beteiligung terrigener Bestandteile auszeichnet, könnte zu der Auffassung führen, daß die Triassedimente in größerer Landferne, etwa in mittlerer Meerestiefe, gebildet sind. Dem widerspricht die paläontologische Fazies. Es handelt sich durchweg um Formen, die in geringer Meerestiefe oder sogar in der Küstennähe zu Hause sind. Die Sedimente sind wahrscheinlich in nicht allzu großer Entfernung von der Küste und in geringer Tiefe, etwa der heutigen Schelfregion entsprechend, abgesetzt, unter Verhältnissen, die eine nennenswerte Zufuhr terrigenen Materials ausschlossen. Welcher Art diese Verhältnisse waren, ob durch die petrographische Zusammensetzung des nächstgelegenen Landes oder durch die dort herrschenden Klima- und Entwässerungsverhältnisse bedingt, läßt sich nicht sagen.

Die faunistischen Beziehungen.

Es ist zweckmäßig, den Ammonitenkalk von Suta den übrigen ammonitenfreien Ablagerungen gegenüberzustellen. Eine dritte Gruppe bilden die *Pseudomonotis*-Kalke des Utcubambatales. Auch bei den faunistischen Beziehungen sind die negativen Merkmale, wie das Fehlen bestimmter Formengruppen, aus dem oben genannten Grunde nur mit größter Vorsicht zu gebrauchen. Sehr erleichtert wurden die folgenden Untersuchungen durch die vorzügliche Zusammenstellung von Diener, **29**.

a) Ammonitenkalk von Suta.

Die Ammoniten haben die engsten Beziehungen zur nordamerikanischen Trias in Kalifornien und Nevada. Die Gattung *Nevadites*, die in Nordamerika allerdings in der *Trinodosus*-Zone liegt, ist nur von dort und aus der norischen Trias von

Peru bekannt, wenn man von einem einzigen Fund in Bosnien absieht. Es finden sich in den *Pseudomonotis*-Schichten

im nordandinen Reich:	in Peru:
Pseudomonotis ochotica (Keys.) Tell.	*Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.
Rhabdoceras Russeli Hyatt	*Rhabdoceras curvatum* Jaw.
Placites Humboldtensis H. and Sm.	*Placites* sp. cf. *Sacuntulus* Mojs.
Arcestes n. sp.	*Arcestes* n. sp.
Halorites cf. *americanus* Hyatt	Die übrigen Formen vgl. Tabelle p. 174.
Myophoria sp.	

Rhabdoceras curvatum Jaw. ist dem *Rh. Russeli* Hyatt sehr ähnlich. *Placites Humboldtensis* H. and Sm. steht dem *Pl.* sp. cf. *Sakuntula* Mojs. sehr nahe. Ebenso scheinen die beiden Arcesten einander ähnlich zu sein. Nur zu *Monophyllites* sp. indet. und *Sagenites* aff. *quinquepunctatus* Mojs. fehlt die entsprechende Art in Nordamerika. Es stehen sich also nicht nur die einzelnen Arten in den *Pseudomonotis*-Schichten von Nordamerika und Peru sehr nahe, sondern auch die ganze Zusammensetzung der Faunen zeigt eine weitgehende Übereinstimmung. Dazu gesellen sich in Peru noch eine Reihe Zweischaler und Gastropoden (s. p. 174). Leider ist die obere Trias von Nevada und Kalifornien arm an Zweischalern und Gastropoden; sie ist eine reine Cephalopodenfazies. Es treten nur einige wenige Zweischaler auf, die sich dann in einzelnen Bänken in ungeheurer Menge finden [1]. Bei diesen Unterschieden in der paläontologischen Fazies ist es nicht verwunderlich, daß sich die nächsten Verwandten der Zweischaler und Gastropoden des Suta-Kalkes, von der *Pseudomonotis* abgesehen, in einer anderen Region finden.

Auf das mediterrane Gebiet weisen vor allem die Zweischaler und Gastropoden. Sie stehen mediterranen Arten am nächsten und sind diesen außerordentlich ähnlich. Von den Cephalopoden findet sich *Rhabdoceras curvatum* Jaw. in der alpinen norischen Trias wieder. *Sagenites* aff. *quinquepunctatus* Mojs. steht alpinen Arten sehr nahe. Doch finden sich nahe Verwandte dieser Art auch im malaiischen Gebiet und eine dem *Rhabdoceras curvatum* Jaw. sehr ähnliche Form, wie schon erwähnt, in der Obertrias von Nordamerika. Die Stammform des *Placites* sp. cf. *Sacuntulus* Mojs. ist in der norischen

[1] Smith, 92. p. 16.

Trias des Himalaya zu Hause, doch findet sich eine nahverwandte Art auch in Nordamerika. Ähnlich liegt es mit *Sagenites* aff. *quinquepunctatus* Mojs., zu dem sich nahestehende Spezies zwar in Indien, aber auch im Mediterrangebiet und in Timor finden. Dagegen haben *Cardita* cf. *singularis* Healy und *Eucycloscala* cf. *exigua* Healy ihre nächsten Verwandten im Rhät von Birma.

Rhabdoceras curvatum Jaw. und *Sagenites* cf. *Sacuntulus* Mojs. kehren auch im indomalaiischen Gebiet in ähnlichen Formen wieder, finden sich aber gleichzeitig auch in den bereits genannten Faunengebieten. *Cardita* cf. *singularis* Healy hat dagegen, von Birma abgesehen, eine sehr nahestehende Verwandte nur noch in Buru, Sumatra, Misol und Neuseeland.

Zusammenfassung: Die Ammoniten des Kalkes von Suta stehen den Formen der *Pseudomonotis*-Schichten von Nordamerika am nächsten. Die Zweischaler und Gastropoden weisen vorwiegend auf mediterrane Arten. Die Beziehungen zu Indien, zum malaiischen Archipel und zu Neuseeland treten ganz zurück. Vor allem findet sich unter den Ammoniten keine Art, die für eines der letztgenannten Gebiete charakteristisch ist.

b) Myophorienkalk von Huairas und Uliachin; Konglomerat von Uliachin und Geröll von Junin.

Weitaus die Mehrzahl der Arten weist auf das mediterrane Gebiet, und zwar sind die Beziehungen sehr eng. Von 24 bestimmbaren Arten sind nicht weniger als 11, also fast 50%, mit mediterranen Spezies identifiziert oder verglichen. Von den neuen Arten haben ebenfalls die meisten ihre nächsten Verwandten im Mediterrangebiet. *Pecten* n. sp. cf. *inconspicuus* Bittn., *Macrodon juttensis* (Pich.) Bittn., *Myophoria paucicostata* n. sp., *M.* ex aff. *vestitae* Alb., *Trachynerita evoluta* n. sp., *Anodontophora* cf. *edmondiformis* Trech. und *Pronathildia* aff. *Ammoni* Wöhrm. sind auch durch ähnliche Formen im malaiischen Gebiet vertreten, doch handelt es sich hier durchweg um Arten, die in nahestehenden Spezies auch in anderen Faunengebieten wiederkehren. Arten, die für die malaiische Trias charakteristisch sind, fehlen in Peru, obgleich das malaiische Faunengebiet an solchen nicht arm ist. Genau so steht es mit den Beziehungen zum Himalaya, Birma

und Neuseeland: schwache Anklänge sind zu erkennen, aber typische Vertreter dieser Faunengebiete fehlen. *Anodontophora* cf. *edmondiformis* Trech. erinnert an die im Himalaya bekannte *A. Griesbachi* Bittn., doch finden sich nahe Verwandte dieser Gruppe auch im malaiischen Archipel und in Neuseeland. An Neuseeland erinnern ferner *Myophoria paucicostata* n. sp. und *M.* ex aff. *vestitae* Alb. Aus dem Rhät von Birma sind Arten bekannt, die der *Gervillia ? quadricostata* n. sp. und dem *Macrodon juttensis* (Pich.) Bittn. nahestehen.

Zusammenfassung: Die Zweischaler und Gastropoden haben die engsten Beziehungen zum Mediterrangebiet. Deutliche Beziehungen zu anderen Faunengebieten fehlen.

c) *Pseudomonotis*-Kalke des Utcubambatales.

Außer der *Pseudomonotis* haben sie nur wenig Fossilien geliefert. Bei Lluy hat sich ein Bruchstück eines *Pecten* und *Placunopsis* cf. *Napengensis* Healy gefunden. Der *Pecten* stimmt vielleicht mit dem *P.* n. sp. cf. *inconspicuus* Bittn. aus dem Konglomerat von Uliachin überein. Die Stammform findet sich in der karnischen alpinen Trias und eine nahstehende Form in den Fogi-Schichten von Buru. *Placunopsis Napengensis* Healy stammt aus dem Rhät von Birma, doch sind ähnliche Formen auch aus dem Mediterrangebiet und dem malaiischen Archipel bekannt. Bei Sunibamba findet sich *Metasibirites* sp. cf. *annulosus* Mojs. und *Sagenites* sp. indet. Jugendform. Der Metasibirit steht einer Form aus den norischen Hallstätter Kalken nahe und ist durch eine ähnliche Art in der norischen Trias von Buru vertreten, während aus Nordamerika nichts Ähnliches bekannt ist. Der *Sagenites* sp. indet. ist wahrscheinlich mit der Art aus dem Ammonitenkalk von Suta ident.

Die peruanischen *Pseudomonotis*-Schichten stimmen mit den übrigen zirkumpazifischen Vorkommen in dem Fehlen oder der Armut an anderen Fossilien überein, unterscheiden sich aber durch die Gesteinsausbildung: in Peru reine Kalke, an den anderen Orten vorwiegend Schiefer. Die *Pseudomonotis* selbst ist, so wertvoll sie für die stratigraphische Bestimmung ist, für nähere faunistische Vergleiche nicht zu gebrauchen. Sie findet sich im zirkumpazifischen Gebiet in universeller

Verbreitung (Peru, Britisch-Columbien, Kalifornien, Nevada, Alaska, Japan, östlicher Teil des malaiischen Archipels, Neuseeland, Neukaledonien) und in nahestehenden Arten in der Krim und im Kaukasus. Ebenso scheint sie von der petrographischen Fazies ziemlich unabhängig zu sein, da sie sich in Nordamerika vorwiegend in Schiefern und Kalkschiefern, in Südamerika in reinen Kalken findet.

Die geographische Verbreitung der marinen Trias in Südamerika.

Das nördlichste Vorkommen liegt bei Chaparal in Columbien bei etwa 4° n. Br. und 75°30′ w. L., kurz oberhalb der Einmündung eines linken Nebenflusses in den Rio Saldana, der selbst ein linker Nebenfluß des oberen Rio Magdalena ist. Es liegt im Kordillerengebiet, am Ostabhang der mittleren Kordillerenkette, die das Tal des Rio Magdalena im W begrenzt. Nach S folgt das Vorkommen im Tal des Rio Utcubamba, etwa 6°30′ s. Br. und 77°45′ w. L., der ein rechter Nebenfluß des oberen Rio Marañon ist. Der nächste größere Ort ist Chachapoyas. Die Fundpunkte von Reiss-Stübel und Steinmann liegen teils nördlich, teils südlich des Ortes Suta. Die einzelnen Lokalitäten (Tingo, Suta, Chillan, Leimebamba, Sunibamba u. a.) sind auf einer von Lisson (**60**) entworfenen geologischen Karte eingetragen. Etwas westlich des Utcubambatales, etwa in der Mitte zwischen Leimebamba und Balsas der Lisson'schen Karte, liegt der Fundpunkt Lluy. Nach S folgt die Trias von Huairas, nordöstlich von Huanuco. Der Ort liegt unterhalb Chinchao, am Unterlauf des Rio Chincha, eines kleinen linken Nebenflusses des obersten Rio Huallaga (etwa 9°30′ s. Br. und 75°45′ w. L.). Die Lage entspricht, wie mir Herr Geh.-Rat Steinmann mitteilt, nicht den Angaben der Lisson-schen Karte, sondern Huairas liegt etwas weiter nach NO wie dort angegeben. Das südlichste Vorkommen anstehender Trias in Peru ist Cerro de Pasco bei etwa 11° s. Br. und 76°30′ w. L. Unmittelbar bei Cerro de Pasco liegt Cerro Uliachin. Nur wenig weiter südlich, an der Bahn Lima—Cerro de Pasco, bei Junin ist das Geröll mit Triasfossilien gefunden.

In Chile findet sich obere Trias etwa 100 km südöstlich der Hafenstadt Huasco in der Provinz Atacama, etwa bei 29° s. Br. und 70° w. L. Der Punkt liegt oberhalb Alto del Carmen, am Unterlauf des Rio del Transito. Über kristallinem Grundgebirge liegen Konglomerate, Schiefer und Sandsteine, die von Porphyritgängen durchsetzt werden, mehrere hundert Meter mächtig. Sie führen außer unbestimmbaren Pflanzenresten *Halobia* cf. *Neumayri* Bittn. und *Pleuromya* sp. Dies ist das südlichste Vorkommen mariner Trias in Südamerika.

Der nächste Fundpunkt mariner Trias nördlich von Columbien liegt in erheblicher Entfernung bei Zazatecas in Mexiko (23° n. Br. und etwa 103° w. L.).

Die marine Obertrias ist also im pazifischen Südamerika vom 4.° n. Br. bis zum 29.° s. Br. bekannt, entsprechend einer Entfernung vom Nordkap bis zur Südspitze Italiens.

In Columbien und Peru findet sich die marine Trias wie auch der Jura nur in der Hauptkordillere. Weiter nach W in der Küstenkordillere und weiter nach O, im Bereich der brasilianischen Masse, fehlen beide. Dort, wo der Jura an die Küste herantritt, an der peruanisch-chilenischen Grenze, fehlt auch die Küstenkordillere; sie ist in die Tiefe des Ozeans eingebrochen und taucht erst im südlichen Chile wieder auf. Jedenfalls hat sich das Trias-Jurameer nicht über die andine Geosynklinale nach O in den Bereich der brasilianischen Masse ausgedehnt. Dagegen bleibt die Frage offen, ob es nach W in breiter, offener Verbinduug mit dem Pazifischen Ozean gestanden hat oder ob, vor allem in Peru, im Bereich der heutigen Küstenkordillere, wo marine Trias-Jurasedimente fehlen, Land war, das sich auch noch über die heutige Küste nach W ausgedehnt haben kann. Im letzteren Fall hätte das Trias-Jurameer in Peru einen schmalen Meeresarm gebildet, der wohl nach N in Verbindung mit dem offenen Ozean gestanden hat.

Die Weltstellung der südamerikanischen marinen Trias.

Sieht man von den nicht näher bestimmbaren Formen ab, so hat die Trias in Peru unter 38 Spezies nicht weniger als 22 = 57 % Arten geliefert, die teils mit bekannten Spezies ident, teils solchen so nahe verwandt sind, daß sie nicht als

neue Arten abgetrennt wurden. Der Rest von 43% ist auf die peruanische Trias beschränkt, die also einen beträchtlichen Prozentsatz an Lokalformen aufweist. Unter diesen finden sich aber keine Arten, die neuen, bisher unbekannten Formenkreisen angehören, mit Ausnahme der nova forma ex familia Astartidarum, die leider nur mit einem einzigen, unvollständig bekannten Stücke vertreten ist. Am bemerkenswertesten ist das Auftreten der bis jetzt nur aus Nevada bekannten Ammonitengattung *Nevadites* und das massenhafte Auftreten großer Myophorien. Die Nevaditen, die in Nevada in der *Trinodosus*-Zone liegen, sind in Peru norisch.

Zur arktischen Trias sind keine näheren Beziehungen vorhanden. Auch die allerdings sehr dürftigen, norischen Faunen von Vankouver, Queen Charlotte Islands und Britisch-Columbien lassen solche nicht erkennen. Sehr eng sind dagegen die Beziehungen zur Cephalopodenfauna der nordandinen Provinz. Die Entfernung von Chachapoyas bis zur Humboldt Range in Nevada beträgt etwa 7300 km. Leider macht das Fehlen gleichaltriger Zweischaler- und Gastropodenfaunen im nordandinen Gebiet einen Vergleich mit den ammonitenfreien Vorkommen in Peru unmöglich. Diener hat die Frage offen gelassen, ob es sich empfiehlt, die andine Provinz als einheitliches Ganzes anzusehen oder in Unterbezirke aufzuteilen. Leider lassen auch heute noch die einem Vergleich durch die faziellen Unterschiede erwachsenden Schwierigkeiten kein sicheres Urteil gewinnen, wenn mir auch die Einheitlichkeit der andinen Provinz entlang der ganzen pazifischen Küste als das Wahrscheinlichere erscheint. Auch die isolierte Stellung der mexikanischen karnischen Trias, die weder nach Kalifornien noch nach Peru nähere Beziehungen erkennen läßt, kann sich durch ihre abweichende Fazies: grobklastische Grauwackensandsteine, erklären. Vielleicht steht auch die in Peru so häufige *Phaenodesmia peruana* n. sp. den mexikanischen taxodonten Zweischalern nahe, unter denen sich auch, was Burckhardt entgangen ist, die Gattung *Phaenodesmia* befindet.

Sind die peruanischen Cephalopoden andinen Arten am ähnlichsten, so zeigen die Zweischaler und Gastropoden die engsten Beziehungen zu karnischen und

rhätischen Arten des Mediterrangebiets (Näheres p. 187). Dagegen treten die Beziehungen zu den übrigen Faunengebieten sehr stark zurück. Überraschend gering sind die Beziehungen zu den gleichaltrigen Ablagerungen an der südwestlichen Umrandung des pazifischen Beckens. Obwohl die norischen Faunen auf Buru, Misol, Sumatra und Seran in ihrer paläontologischen Fazies mit der peruanischen Trias gut übereinstimmen — sie bestehen vorwiegend aus Zweischalern und Gastropoden, mit wenig Cephalopoden und Spuren von Echinodermen und anderen Tierkreisen —, sind die faunistischen Beziehungen zwischen beiden Gebieten sehr schwach. Auch sind im Gegensatz zu Peru aus dem malaiischen Gebiet Korallen, Brachiopoden und Foraminiferen bekannt[1]. Ebenso sind in der petrographischen Fazies Unterschiede vorhanden: in Peru reine Kalke, im malaiischen Gebiet tonreichere und klastische Gesteine. Die Entfernung von Chachapoyas bis Buru beträgt etwa 17 700 km.

Auch zur oberen Trias von Neuseeland und Neukaledonien fehlen nähere Beziehungen, obwohl die paläontologische Fazies ähnlich ist. Das starke Vorherrschen der Zweischaler, die geringe Beteiligung der Cephalopoden, das Fehlen der Korallen und Spongien erinnert an Peru, dagegen sind im maorischen Gebiet im Gegensatz zu Peru reichlich Brachiopoden bekannt. Ähnlich wie in den karnischen Myophorienkalken von Cerro de Pasco tritt auch in Neuseeland in der karnischen Stufe *Myophoria nuggetensis* Trech., die den peruanischen Arten verwandt ist, in großer Häufigkeit bankbildend auf. Die Ausbildung der Gesteine ist in beiden Gebieten ziemlich verschieden: grobklastische, tonreiche Sedimente in Neuseeland und Neukaledonien, reine Kalke in Südamerika. Die Entfernung von Chachapoyas bis zur Südspitze von Neuseeland ist etwa 11 000 km.

Beziehungen zu den gleichaltrigen Schichten im westlichen Teil des malaiischen Archipels (Timor, Rotti), in Tonking, Südchina und Indien sind kaum vorhanden. Im Himalaya ist ja allerdings die norische Stufe in vollkommen ab-

[1] Eine reine Korallen- und Brachiopodenfazies sind die obernorischen Athyridenkalke von Misol. Jaworski, 46. p. 61.

weichender Fazies ausgebildet, doch sind in Kashmir reichlich karnische Zweischaler bekannt, so daß die faziellen Unterschiede anscheinend nicht die alleinige Ursache hierfür sind.

Die engen Beziehungen der peruanischen Trias zum andinen und mediterranen Gebiet und ihre Verschiedenheit von den Faunenreichen im W des pazifischen Beckens haben ihre Ursache nicht allein in der größeren Entfernung und in Faziesunterschieden. Die Tatsachen weisen vielmehr darauf hin, daß im W von Südamerika ein Hindernis vorhanden war, welches einen Faunenaustausch nach W erschwerte, während nach O, nach dem Mediterrangebiet zu, ein solches Hindernis nicht bestand. Welcher Art diese trennende Schranke im Bereich des Pazifischen Ozeans war, ob bereits damals das heute trennende Tiefseebecken bestand, ist nicht bekannt. Dagegen weisen die engen Beziehungen zum Mittelmeergebiet mit Sicherheit darauf hin, daß das Tiefenbecken des Atlantischen Ozeans zur Trias noch nicht bestand, daß vielmehr Verhältnisse herrschten, die einen sehr vollkommenen Austausch der Flachseefaunen über das Gebiet des heutigen Atlantik gestatteten. Meiner Ansicht nach fand dieser Austausch entlang der Nordküste der Landmasse statt, die, im Bereich des heutigen Südatlantischen Ozeans liegend, die brasilianische Masse mit Afrika verband. Diener hat allerdings auf der Karte seiner oft genannten Arbeit diese Landmasse nicht angenommen.

Zu dem gleichen Ergebnis führt auch die von Smith betonte große Ähnlichkeit der karnischen Cephalopoden von Kalifornien und Europa. Das Zusammenvorkommen nordandiner und mediterraner Arten in der Trias von Peru ist bei dieser Annahme auch leicht verständlich, da die einsetzende Obertriastransgression den Vertretern beider Faunengebiete den Weg nach Südamerika öffnete. Im Bereich des heutigen Mittelamerika müssen Verhältnisse geherrscht haben, die einen Faunenaustausch zwischen Nevada—Kalifornien und Peru gestatteten. Auch die Darstellung auf der Diener'schen Karte bereitet dieser Annahme keine Schwierigkeiten.

Abgeschlossen im Februar 1920.

Nachtrag.

Seit Einsendung des Manuskriptes im Frühjahr 1920 sind zwei Arbeiten erschienen, die marine Trias in Südamerika erwähnen und auf die deshalb noch kurz eingegangen werden soll.

W. Penck[1] erwähnt aus dem südlichen Teil der Puna de Atacama in der Nähe des Tolarcitopasses (Nordwesten des Depart. Tinogasta, Prov. Catamarca) aus den Paganzoschichten eine kleine, marine Fauna, die er, gestützt auf Angaben von F. Frech, als wahrscheinlich triadisch bezeichnet. Wie mir aber Herr Prof. Penck brieflich mitteilt, ist er auf Grund einer neuen Durchsicht des Materials der Ansicht, daß es sich wohl nicht um Trias, sondern eher um marines Perm handelt, das möglicherweise zu dem aus Brasilien bekannt gewordenen marinen Oberperm Beziehungen haben könnte.

Ich gedenke an anderer Stelle Näheres über die Fauna des Tolarzitopasses, die mir Herr Prof. Penck liebenswürdigerweise zur Bearbeitung überlassen hat, mitzuteilen. Vorläufig hat ihr Alter jedenfalls noch als unbestimmt zu gelten und, ob Perm oder Trias, muß dahingestellt bleiben.

Eine weitere Angabe über das angebliche Vorkommen mariner Trias findet sich bei Bonarelli[2]. In NW-Argentinien und den anschließenden Teilen Boliviens findet sich über dem Paläozoicum eine mächtige Folge von Sandsteinen — die „Formacion Petrolifera" von Brackebusch oder die Pucasandsteine von Steinmann —, in deren mittlerem Teil fossilführende Kalke auftreten, die sog. „Melanienschichten". Steinmann hat diese auf Grund ihres Fossilinhalts als altcretacisch angesehen. Nähere historische Angaben hierüber finden sich in aller Ausführlichkeit in der Arbeit von Bonarelli. Bonarelli hat nun aus den Melanienschichten eine 67 Gastropodenarten, und zwar durchweg neue Spezies, umfassende Fauna mitgeteilt und kommt zu dem Schluß, daß die basalen Teile

[1] W. Penck, Der Südrand der Puna de Atacama (NW-Argentinien). Abh. Math.-phys. Kl. Sächs. Akad. d. Wiss. 37. No. 1. Leipzig 1920.

[2] G. Bonarelli, Tercera Contribucion al Conocimiento Geologico de las Regiones Petroliferas Subandinas del Norte Prov. de Salta y Jujuy. Anal. Minist. Agricultura Republ. Argentina. Secc. Geol. Mineral. y Minas. 15. No. 1. Buenos Aires 1921.

der Melanienschichten marine obere Trias, die höheren Lias und vielleicht auch noch unterer Dogger sind.

Gleichzeitig hat H. Fritzsche[1] das von Steinmann gesammelte Material aus den Melanienschichten einer sorgfältigen Bearbeitung unterzogen und kommt zu dem Ergebnis: „die Formen lassen nicht nur auf ein cretacisches, sondern auf ein untercretacisches, wahrscheinlich Barrême-Alter .... schließen".

Leider genügen die Fossiltafeln der Bonarelli'schen Arbeit nicht für eine Nachprüfung seiner paläontologischen Bestimmungen. Eine Beschreibung der neuen Arten fehlt ebenfalls. Ferner muß betont werden, daß die Arbeit Bonarelli's nach seinen eigenen Angaben p. 65 und 70 durch den Mangel an Literatur und Vergleichsmaterial erschwert worden ist. Dagegen ist die Arbeit von Fritzsche im hiesigen Institut angefertigt, wo dem Bearbeiter alle literarischen Hilfsmittel und jedes Vergleichsmaterial zur Verfügung stand. Schon allein diese gänzlich verschiedenen Voraussetzungen, unter denen die beiden Forscher ihre paläontologischen Bestimmungen ausführten, erscheinen mir für die Bewertung ihrer Ergebnisse von Wichtigkeit und verleihen der Altersbestimmung von Fritzsche einen größeren Grad von Wahrscheinlichkeit. In der Tat kann ich mich nach Nachprüfung der Steinmann'schen Originalstücke den Ausführungen von Fritzsche nur anschließen.

Es kann also trotz der sehr bestimmten Behauptungen Bonarelli's von einem triadischen Alter der in Wirklichkeit altcretacischen Melanienschichten NW-Argentiniens und Boliviens nicht die Rede sein, solange nicht eine mit den nötigen Hilfsmitteln sorgfältig ausgeführte paläontologische Spezialbearbeitung des sicherlich sehr wertvollen, von Bonarelli gesammelten Materials zu einer Umdeutung der bisher bekannten Tatsachen zwingt.

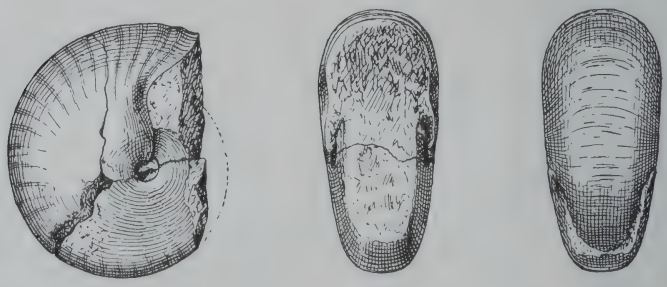
Schließlich sind noch einige wenige Triasfossilien zu erwähnen, die ich der Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. Dr. J. Brüggen, Direktor der chilenischen Landesaufnahme, verdanke und die wegen der Lage des Fundpunktes besondere Beachtung verdienen. Es liegen vor:

[1] C. H. Fritzsche, Neue Kreidefaunen aus Südamerika. Centralbl. f. Min. etc. 1921. p. 273—277.

Arcestes ex gruppo *coloni* aff. *cheilostomo* v. Mojs.

Textfig. 4 a—c.

Ein Wohnkammerexemplar mit gut erhaltenem Mundsaum. Der Steinkern ist vollkommen glatt, ohne Labien und Varices, mit Spuren beginnender Rippenbildung in der Externregion. Nabel eng, aber deutlich. Der Mundsaum verläuft vom Nabel bis zur halben Flankenhöhe geradlinig, radial. Dann springt er in einem nach vorne konkaven Bogen vor. Auf der Externseite ist er kräftig vorgezogen (Fig. 4 c). Unmittelbar hinter dem unteren, radial verlaufenden Teil des Mundsaumes ist auf der Innenseite der Schale eine Leiste



a b c

Fig. 4 a—c. *Arcestes* ex gruppo *coloni* Mojs. aff. *cheilostomus* v. Mojs. Küstenkordillere, Südchile. Durchbruchtal des Rio Biobio. Karnisch. a Flankenansicht; b von vorne gegen die Mündung gesehen; c von hinten gegen die Externseite gesehen.

vorhanden, die auf dem Steinkern die in Fig. 4 a sichtbare Vertiefung erzeugt. Die Mündung (Fig. 4 b) ist nicht eingeschnürt. Die Flanken sind flach. Die Wohnkammer ist 1 Umgang lang.

Das Stück gehört, wie das Fehlen der Varices und Labien, der auf der Externseite nach vorne vorgezogene Mundsaum und die nicht verengerte Mündung zeigt, zur Gruppe des *Arcestes coloni* v. Mojs. und steht dem *A. cheilostomus* v. Mojs.[1] außerordentlich nahe. Ein geringer Unterschied liegt darin, daß die Hallstätter Art ganz ungenabelt und die Verbreiterung der Externseite hinter der Mündung hier ausgeprägter ist.

[1] v. Mojsisovics, **67**. p. 104. Taf. 49 Fig. 8.

Die flache Form und der Besitz eines Nabels erinnern auch an *A. Antonii* v. Mojs.[1], doch weicht diese Art durch den geradlinig schräg nach vorne gerichteten Mundsaum von dem chilenischen Stück ab.

Ob das vorliegende Stück einer neuen Spezies angehört, läßt sich nach dem einzigen Wohnkammerexemplar nicht entscheiden. Jedenfalls steht es bekannten Hallstätter Arten sehr nahe.

Die Gruppe des *A. coloni* v. Mojs. findet sich in den Hallstätter Kalken im oberen Teil der karnischen Stufe.

Palaeoneilo elliptica Goldf.

Literatur:

Syn. 1838. *Nucula elliptica* Goldf. Goldfuss, Petref. Germaniae. p. 153. Taf. 124 Fig. 16.

1895. *Palaeoneilo elliptica* Goldf. Bittner, **7**. p. 142. Taf. 16 Fig. 26—31.

1903. *Palaeoneilo elliptica* Goldf. Broili, **19**. p. 203. Taf. 24 Fig. 22—25.

1909. *Palaeoneilo elliptica* Goldf. Scalia, **90**. p. 300. Taf. 9 Fig. 23—25.

Ein 12 mm langer und 7 mm hoher Steinkern der rechten Klappe zeigt die regelmäßig elliptische, für einen Nuculiden außergewöhnlich langgestreckte Form und das leicht verschmälerte Hinterende dieser Art. Das Stück stimmt insbesondere mit der Abbildung von Broili sehr gut überein. Eine ähnliche elliptische Form besitzt *Nuculites Witchurchi* Healy[2], doch ist hier das Hinterende nicht verschmälert.

Palaeoneilo elliptica Goldf. findet sich in den Cassianer-Raibler Schichten der Alpen und eine nahverwandte Art im Rhät von Birma.

Myophoria sp. ind. ex gruppo *vestitae* Alb.

Es liegt ein Abdruck des vorderen, unteren Teiles der rechten Klappe vor, mit 5 kräftigen, durch gleichbreite Zwischenräume getrennten, leicht geknoteten Radialrippen. Auf dem vorderen Schalenteil finden sich ziemlich engstehende, ebenfalls feingekerbte Querrippen.

Trotz der Dürftigkeit des Materials zeigen die sehr charakteristischen Querrippen auf dem vorderen Schalenteil mit

[1] v. Mojsisovics, a. a. O. p. 106. Taf. 54 Fig. 9—14.

[2] Healy, **43**. p. 8. Taf. I Fig. 9—11.

Sicherheit die Zugehörigkeit zu der auch aus der peruanischen Trias bekannten Gruppe der *Myophoria vestita* Alb. an. Nähere Angaben über das Vorkommen dieser Art cf. p. 125 d. Arb.

Die kleine Fauna, deren karnisches Alter durch den Arcesten aus der *Coloni*-Gruppe bewiesen wird, stammt aus der Kordillere der Gegend von Concepcion am Unterlauf des Rio Biobio, von Gomero und Talcamávida, etwa bei 37° s. B. und 73° w. L. Es sind dieselben Schichten, die A. T. Nogués 1895 als „Grupo de Quilacoya, piso gomeriano" bezeichnet und als marinen Jura gedeutet hat (s. Sundt, Bol. d. l. Soc. Nac. d. Mineria, Chile. 3. Ser. **10.** p. 17). Die Fauna findet sich in demselben Schichtkomplex wie die von Steinmann beschriebene Rhätflora[1]. Leider ist über die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der marinen Obertrias und des Rhät nichts Näheres bekannt. Die Fossilien liegen teils in einem schwarzen, kalkfreien Schiefer, teils in einer feinen, grauwackenähnlichen Arkose. Das nächste Vorkommen mariner Trias nach N findet sich südöstlich von Huasco (p. 190 d. Arb.). Die Gesteinsproben beider weitgetrennter Fundpunkte stimmen auffällig überein. Auch von dem Fundpunkt südöstlich Huasco werden Landpflanzen erwähnt.

Durch den Fund von Concepcion wird die Verbreitung der marinen Trias in der andinen Geosynklinale um weitere 950 km nach S ausgedehnt. Sie ist also jetzt im andinen Gebiet in einer Ausdehnung von mehr als 41 Breitengraden bekannt, was ungefähr, auf dem Meridian gemessen, einer Entfernung vom Nordkap bis Kairo entspricht.

[1] G. Steinmann, Geol. Rundschau. **11**. 1920. p. 350—354. — Ebenfalls gehört hierhin die rhätische pflanzenführende „Formacion de Nielol", etwas weiter südlich in der Provinz Cautin. (H. Fritzsche, Minist. d. Indust. i Obras Publ. Chile. Publicac. del Servic. d. Minas i Jeol.; Foll. No. 8. p. 922.) Die Angaben über das Vorkommen von terrestrem Rhät auf p. 183 d. Arb. sind also dahin zu ergänzen, daß sich terrestres, pflanzenführendes Rhät auch in Südchile bei Concepcion und in der Provinz Cautin findet mit einer Flora, die der von La Ternera in Nordchile nahe verwandt ist.

Tafel-Erklärungen.

Tafel IV.

Fig. 1—4. *Pseudomonotis ochotica* (Keys.) Tell.
1. Linke Klappe mit 14 Primärrippen, der forma *typica* von Teller nahestehend. Ammonitenkalk von Salto de Suta.
2. var. *densistriata* Tell. Rechte Klappe mit vorderem Byssusohr und 18 Primärrippen. *Pseudomonotis*-Kalk von Leimebamba, Utcubambatal.
3. var. *densistriata* Tell. Rechte Klappe mit 20 Primärrippen, vorderes Byssusohr abgebrochen. *Pseudomonotis*-Kalk halbwegs Sunibamba—El Tingo, Utcubambatal.
4. var. *densistriata* Tell. Skulptur vergrößert 1 : 3. *Pseudomonotis*-Kalk von Leimebamba, Utcubambatal.

„ 5. *Gervillia (?) quadricostata* n. sp. 1 : 3. Linke Klappe. Geröll von Junin.

„ 6 a und b. *Nucula* aff. *carantana* Bittn. 1 : 4. Linke Klappe. Ammonitenkalk von Suta.

„ 7 a—c. *Leda oxyrhyncha* n. sp. 1 : 3. Rechte Klappe. Konglomerat von Uliachin.

„ 8. *Anodontophora elongata* Moore. 1 : 2. Linke Klappe. Myophorienkalk von Huairas.

„ 9. Nova forma ex familia Astartidarum. 1 : 3. Linke Klappe. Konglomerat von Uliachin.

„ 10. *Eucycloscala* cf. *exigua* Healy. 1 : 4. Ammonitenkalk von Suta.

„ 11. *Eucyclus pacificus* n. sp. 1 : 2. Konglomerat von Uliachin.

Tafel V.

Fig. 1—3. *Phaenodesmia peruana* n. sp. Myophorienkalk von Huairas.
1. Rechte Klappe. 1 : 3.
2. Linke Klappe. 1 : 3.
3 a und b. Schloß und Ligament der linken Klappe. a = Arealkante; c = kürzere Kante, die die Ligamentfläche begrenzt; L = Ansatzfläche für den epidermalen Teil des Ligaments; l = grubenartig vertiefte Ansatzfläche für den Knorpelteil des Ligaments; b = schwache Kante, die die Teile L und l trennt. 3 a = 1 : 3; 3 b = 1 : 5.

„ 4 a und b. *Macrodon juttensis* (Pichl.) Bittn. 1 : 3. Rechte Klappe. Konglomerat von Uliachin.

„ 5—7 *Myophoria* ex aff. *vestitae* Alb. Myophorienkalk von Uliachin bei Cerro de Pasco.
5. Rechte Klappe.
6. Linke Klappe, stark abgerieben.
7. Skulptur von zwei einzelnen Rippen.

Fig. 8 und 8 a. *Myophoria* sp. indet. cf. *decussata* Goldf. Myophorienkalk von Uliachin bei Cerro de Pasco.
8. Vordere Hälfte der linken Klappe.
8 a. Skulptur des hinteren, radialberippten Teiles. 1 : 2.

„ 9—11. *Myophoria paucicostata* n. sp. Myophorienkalk von Huairas.
9. Linke Klappe. 1 : 2.
9 a. Dasselbe Stück von hinten gesehen. 1 : 2.
10. Rechte Klappe, Jugendform. 1 : 3.
11. Linke Klappe von vorne gesehen. 1 : 2.

„ 12—14. *Astarte Incae* n. sp. Konglomerat von Uliachin.
12 a. Rechte Klappe. 1 : 3.
12 b. Dasselbe Stück gegen den Wirbel gesehen. 1 : 3.
13. Rechte Klappe. 1 : 3.
14. Linke Klappe. 1 : 3.

„ 15 a—c. *Isodonta neotropica* n. sp. Rechte Klappe. 1 : 3. Konglomerat von Uliachin.

„ 16 a und b. *Trachynerita evoluta* n. sp.; dasselbe Stück in verschiedener Stellung. Myophorienkalk von Uliachin bei Cerro de Pasco.

„ 17—18. *Pseudoscalites subarmatus* n. sp. 1 : 4. Ammonitenkalk von Suta.

„ 19. *Omphaloptycha (Coelostylina) rhenana* Kok. Mit Resten ursprünglicher Färbung. Geröll von Junin.

„ 20. *Promathildia Bittneri* Kittl. 1 : 2. Myophorienkalk von Huairas.

Tafel VI.

Fig. 1—2. *Rhabdoceras curvatum* n. nom. Ammonitenkalk von Suta.
1 a—d. Jüngere Gehäuseteile in verschiedenen Altersstadien.
2. Ältester Gehäuseteil mit Embryonalblase und geschlossener Spirale. 1 : 5.

„ 3. *Metasibirites* cf. *annulosus* Mojs. Innere Windungen. 1 : 4. *Pseudomonotis*-Schichten, Sunibamba, Rio Utcubamba.

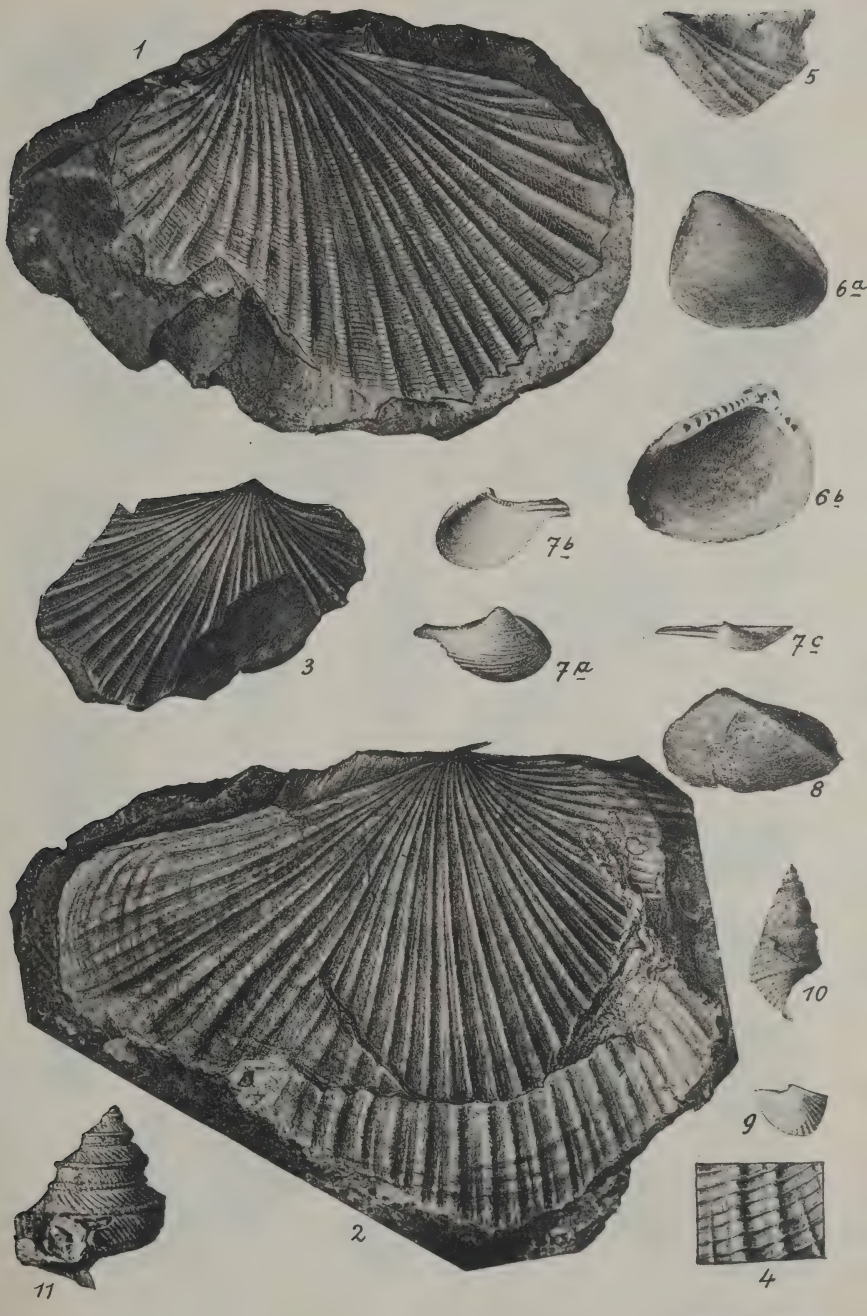
„ 4—6. *Nevadites Lissoni* n. sp. 1 : 4. Ammonitenkalk von Suta.

„ 7—8. *Nevadites sutanensis* n. sp. 1 : 4. Ammonitenkalk von Suta.

„ 9—11. *Anolcites Dieneri* n. sp. 1 : 3. Ammonitenkalk von Suta.

„ 12—14. *Sagenites* aff. *quinquepunctatus* Mojs. 12 und 13 1 : 3; 14 1 : 4. Ammonitenkalk von Suta.

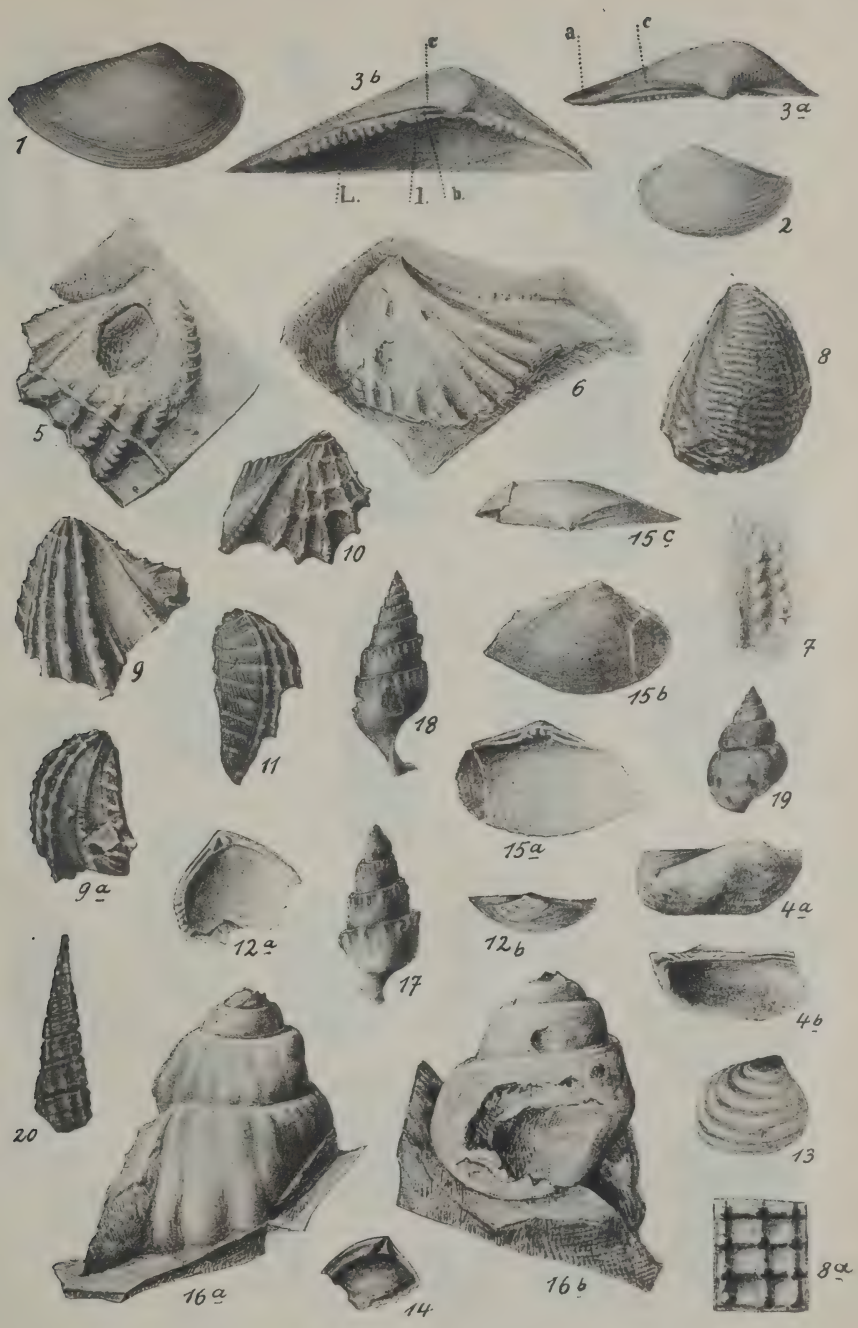
„ 15 a und b. *Monophyllites* sp. indet. 1 : 3. Ammonitenkalk von Suta.



Carl Ebner, Stuttgart.

E. Jaworski: Die marine Trias in Süd-Amerika.

THE ...
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS



Carl Ebner, Stuttgart.

E. Jaworski: Die marine Trias in Süd-Amerika.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Carl Ebner, Stuttgart.

E. Jaworski: Die marine Trias in Süd-Amerika.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Die Mischkristallbildung in der Gruppe der alkali- und tonerdehaltigen Hornblenden, dargestellt in den Vierstoffsystemen SiO_2—CaO—$(Mg, Fe)O$—$(Al, Fe)_2O_3$ und RO—SiO_2—R_2O_3—R_2O.

Nach Notizen im Nachlaß von **H. E. Boeke** † und **P. Kling** †

bearbeitet von

W. Eitel.

Mit 13 Textfiguren.

In der vorliegenden Mitteilung faßt der Letztgenannte Notizen zusammen, welche er im Nachlasse seines Freundes und Lehrers H. E. Boeke vorfand und welche die ersten Materialien zu der von ihm schon im Jahre 1916 angekündigten statistisch-analytischen Untersuchung über die Hornblende enthalten. Der Assistent Boeke's, Herr Kling, hatte bereits die Auswertung einer größeren Zahl von Analysen der einschlägigen Literatur übernommen, doch blieb durch den Ausbruch des Krieges und sein eigenes Schicksal[1] Herrn Kling's Mitarbeit an dem wichtigen Unternehmen ein Torso, so daß nach dem Erscheinen der von Boeke gegebenen allgemeinen theoretischen Untersuchung über die graphische Darstellung der Amphibolmineralien und ihrer Zusammensetzung in dem Konzentrationstetraeder des Systems RO—SiO_2—R_2O_3—R_2O[2] und nach dem Ableben des Herrn Boeke W. Eitel die Aufgabe zufiel, die begonnene Arbeit nunmehr

[1] P. Kling verstarb am 21. 7. 1916 in Stolpmünde, Pommern.

[2] Dies. Jahrb. 1916. I. -118—125-.

durchzuführen. Es wird daher im nachfolgenden im Anschluß an die Abhandlung Boeke's und unter Benutzung des von den verstorbenen Autoren in Angriff genommenen Materials die vollständige Diskussion der Amphibolzusammensetzung gegeben.

Die Methoden zur projektiven Darstellung des zu erwartenden Mischkristallgebildes im Raumdiagramm hat Boeke bereits eingehend dargelegt, und es ist in Analogie zu der von ihm gegebenen Darstellung der Pyroxenmischkristalle[1] zwecks Enthüllung etwaiger Beziehungen zwischen dem Chemismus der Pyroxene und Amphibole zunächst von besonderem Wert, eine Projektion des Mischungskörpers auf die Ebenen der kristallographischen Achsen des Tetraeders orthogonal vorzunehmen. Nennen wir die vier Komponenten des zugrunde liegenden Mehrstoffsystems A, B, C, D, ihre molekularprozentischen Mengen a, b, c, d, so ist in jeder der drei angegebenen Projektionsebenen die Lage eines darstellenden Analysenpunktes in seiner Projektion bestimmt durch zwei rechtwinklige Koordinaten x, y, welche sich im einzelnen wie folgt berechnen:

I. $x_1 = \frac{1}{2}(a - b)$; $y_1 = \frac{1}{2}(c - d)$; II. $x_2 = \frac{1}{2}(a - c)$; $y_2 = \frac{1}{2}(b - d)$;
III. $x_3 = \frac{1}{2}(a - d)$; $y_3 = \frac{1}{2}(b - c)$.

Bei seinen Untersuchungen über die Pyroxene hatte H. E. Boeke diese Projektionsart unter Zugrundelegung der Komponenten $A = SiO_2$; $B = CaO$; $C = Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Cr_2O_3$; $D = MgO + FeO + MnO$ benutzt und dabei die Oxyde R_2O eleminiert. Bei den Hornblenden ist das analoge Verfahren ebenfalls angängig, und es lag in der Absicht der Herren Boeke und Kling, die Analysen auf diese Koordinaten hin zu berechnen. Diese Aufgabe hat W. Eitel nunmehr gelöst, und in den nachstehenden Tabellen findet man für die sämtlichen untersuchten Analysen die errechneten Werte für $x_1\,y_1$; $x_2\,y_2$; $x_3\,y_3$. In den Fig. 1—3 sind die zugehörigen Projektionen eingezeichnet. Alkalien und Wasser kommen also bei einer derartigen Betrachtungsweise nicht zum Ausdruck, es nimmt daher ein Alkaliamphibol nach der genannten Projektionsart den gleichen Punkt ein wie ein alkalifreier mit dem gleichen

[1] Zeitschr. f. Kristallogr. 53. 1914. 445—462.

N

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

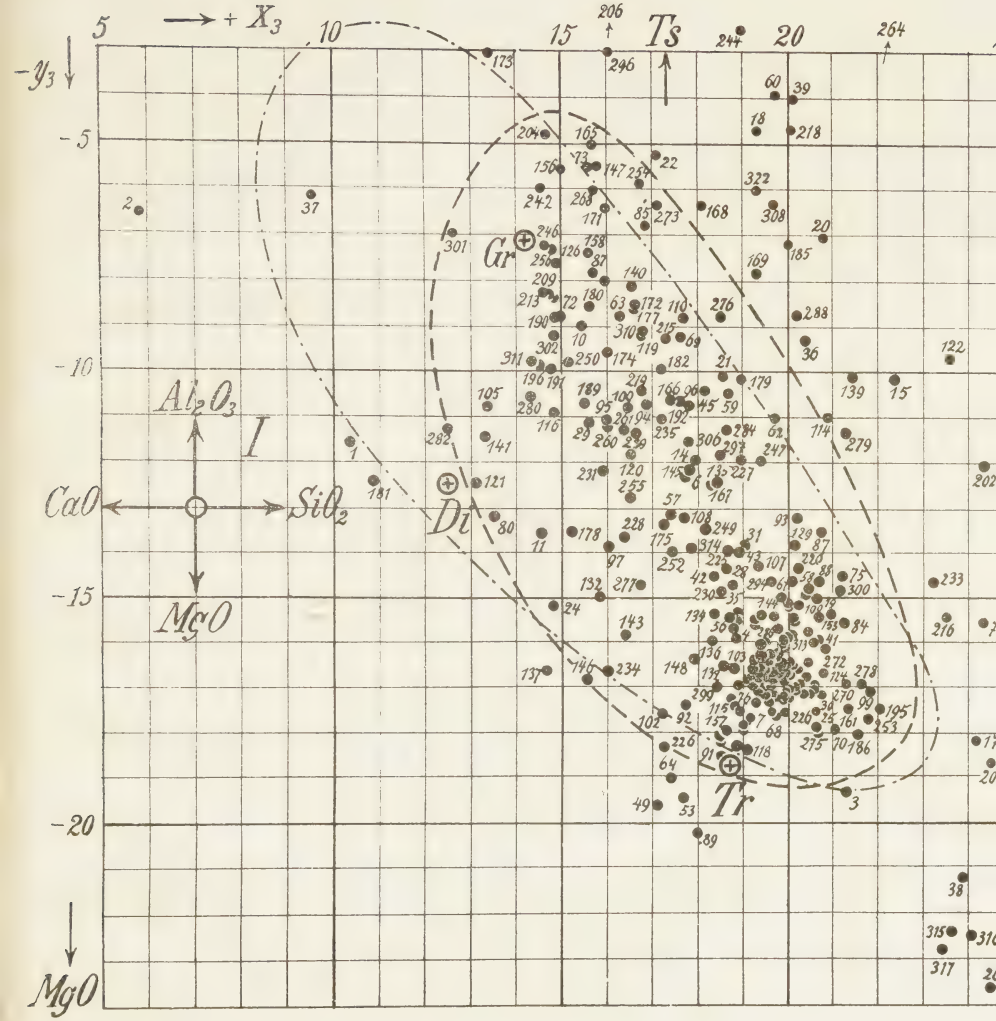
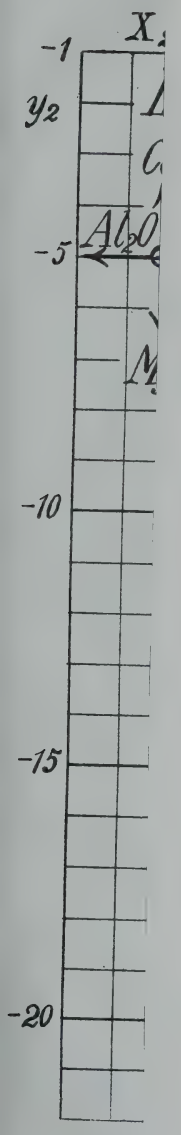


Fig. 1.


X
-1
y2
-5
-10
-15
-20

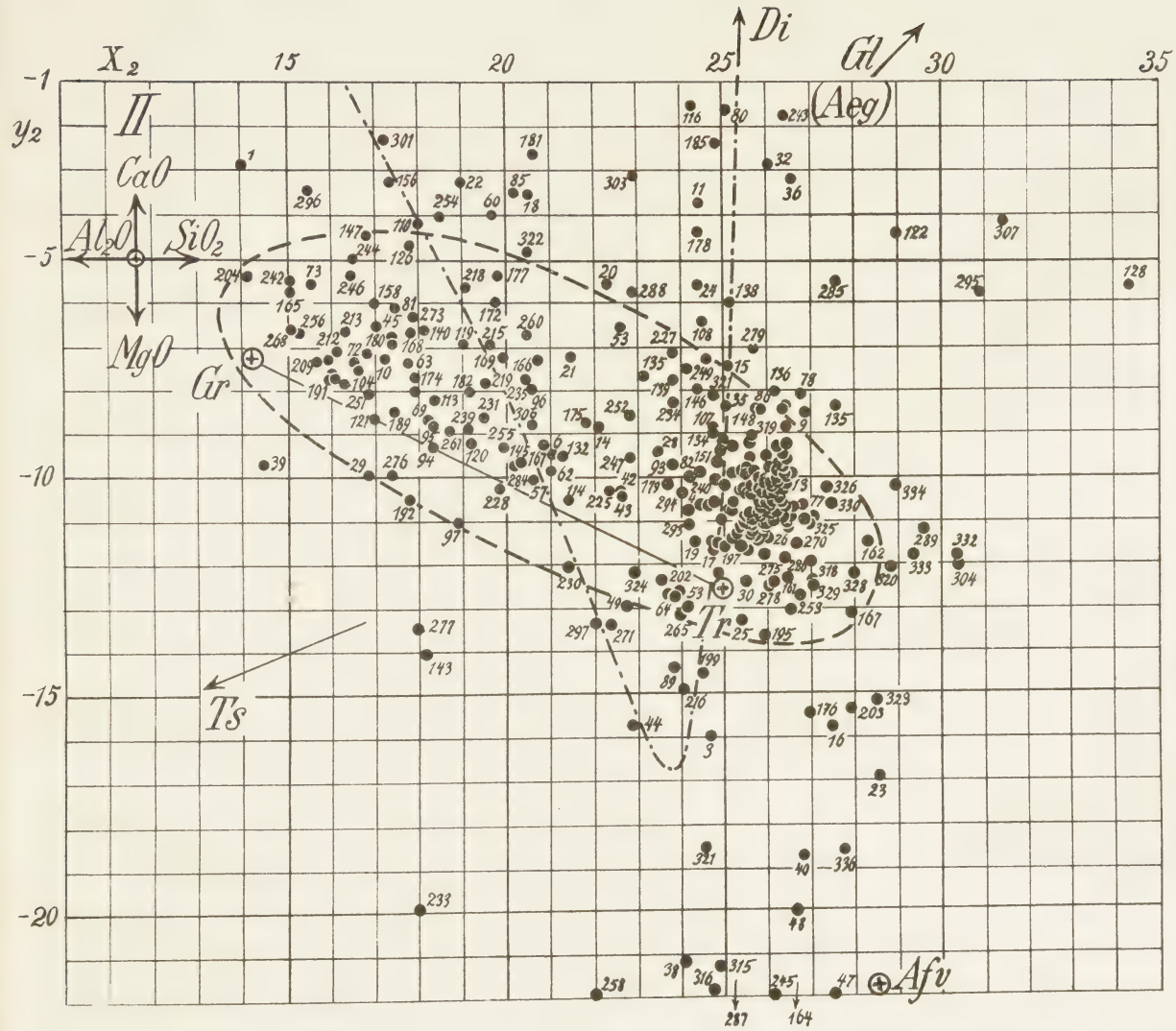
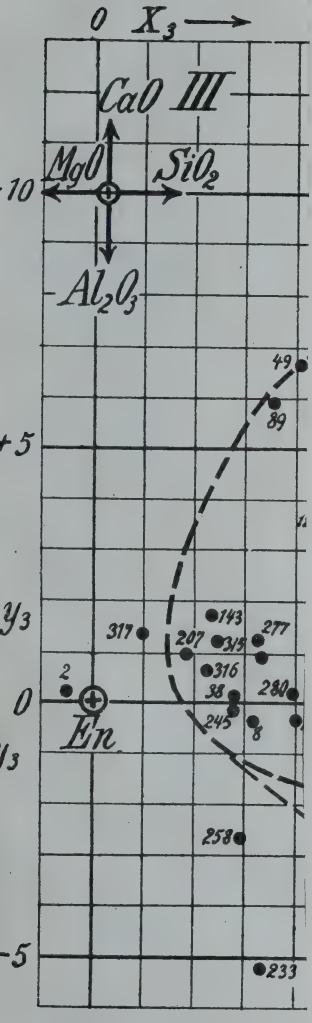

Di
Gl
(Aeg)
X2
15
20
25
30
35
-1
-5
-10
-15
-20
y2
II
CaO
Al2O3
SiO2
MgO
Gr
Tr
Ts
Afv

Fig. 2.


0 X_3
CaO III
MgO
SiO_2
Al_2O_3
10
+5
y_3
0
En
-5
49
89
143
317
207
315
277
316
2
38
280
245
8
258
233

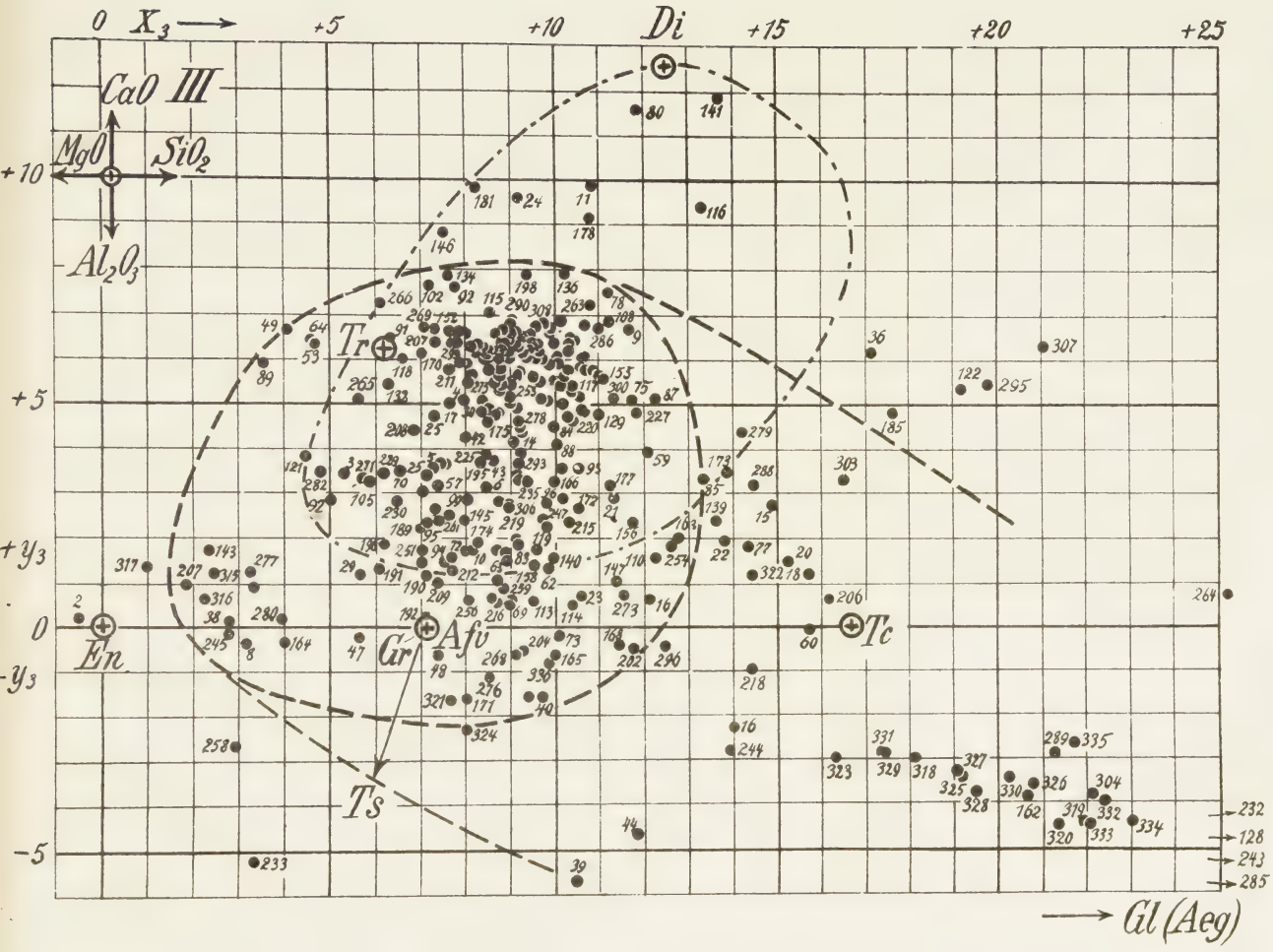

0 X3
+5
+10
+15
+20
+25
Di
CaO III
MgO
SiO2
Al2O3
+10
+5
+y3
0
-y3
-5
Tr
En
Cr
Af
Tc
Ts
Gl (Aeg)
232
128
243
285

Fig. 3.

Verhältnis a : b : c : d. Darin liegt freilich eine erhebliche Einschränkung der Übersicht; ist es doch erfahrungsgemäß gerade bei den Mineralien der Amphibolgruppe typisch, daß stets etwas Wasser in genaueren Analysen gefunden wird, wie E. T. Allen und J. K. Clement [1], desgleichen S. L. Penfield und F. C. Stanley [2] bei ihren Untersuchungen gezeigt haben. Dieser Wassergehalt ist konstitutiven Charakters, ihn zu vernachlässigen, bedeutet also einen Verzicht auf ein wesentliches Charakteristikum der Amphibole. Dennoch haben die in Fig. 1—3 gegebenen figürlichen Darstellungen einen hohen Wert zur Beurteilung des Verhältnisses a : b : c : d in

Erläuterungen zu Fig. 1—3. Pyroxenkörper strichpunktiert umrandet (nach Boeke's Zeichnungen übertragen), Amphibolkörper im engeren Bereiche gestrichelt umrandet, z. T. der weitere in seiner Haupterstreckung zum Glaukophanpunkte angedeutet.

den Amphibolen im Vergleich zu den Pyroxenen, und die Unterschiede beider Mineralgruppen treten scharf in die Erscheinung, worauf weiter unten noch ausführlich zurückzukommen sein wird.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es nun für den Chemismus der Amphibole, eine Übersicht über das Verhältnis der Oxyde R_2O zu den anderen SiO_2, R_2O_3 und RO zu gewinnen, was lediglich in dem Vierstoffsystem der genannten Komponenten geschehen kann. Erfahrungsgemäß sind nun die Darstellungen der räumlichen Mischkörper in den Tetraedern, projiziert auf deren Achsenebenen, nicht eben besonders anschaulich; zwar vermag man mit Hilfe dieser Aufriß-, Grundriß- und Seitenrißzeichnungen ein Modell sich zu bilden, doch hat Boeke selbst bereits bei den Augiten in einer späteren Mitteilung [3] eine Projektion auf eine besonders wichtige Ebene in dem Tetraeder gegeben, welche alsdann viel klarer die Zusammenhänge der Mischkristallbildungen mit einfachen Kristallarten des Systems zum Ausdruck bringt. Gleiches entwarf er für die Hornblenden und fand, daß hierfür ganz

[1] Amer. Journ. of Sc. [4.] 26. 1908. 101.

[2] Zeitschr. f. Kristallogr. 43. 1907. 233—260. — Amer. Journ. of Sc. [4.] 23. 1907. 23—51.

[3] Centralbl. f. Min. etc. 1915. 422—431.

besonders diejenige Ebene sich eignen müsse, in der die darstellenden Punkte der einfachen Kristallarten Tremolit (Tr), Glaukophan (Gl) und des sogenannten Granatmoleküles (Gr) in den Hornblenden (nach TSCHERMAK's Theorie, s. u.) gelegen sind; zugleich liegt in dieser Ebene der Punkt für $R_2O_3 = 100\,\%$. Für die vollständige Darstellung der Lage der Amphibolpunkte benutzt man ferner mit Vorteil eine Symmetrieebene des Tetraeders, welche durch die darstellenden Punkte des Tremolits und des Glaukophans verläuft; endlich kann man sich zunutze machen, daß die zuerst genannte Ebene senkrecht auf einer Seitenfläche des Tetraeders (der Ebene $R_2O—R_2O_3—SiO_2$) stehen muß, und kann dann die besonders einfache orthogonale Projektion des Mischungskörpers auf diese durchweg als Kontrolle und wertvolle Ergänzung des Gesamtbildes zwecks etwaiger Modellierung dieses Körpers verwenden.

Dieser dreifache Weg ist nun von dem Herausgeber dieser Mitteilung in Verfolg des BOEKE'schen Leitgedankens eingeschlagen worden. Die ebenen Projektionen nach den drei genannten Methoden setzen voraus, daß in den ersten beiden Fällen rechtwinklige Koordinaten eingeführt werden können, während in der dritten Darstellungsart nur homogene Dreieckskoordinaten zur Anwendung kommen. Es gilt im speziellen für die molekularprozentischen Mengen von $CaO + MgO + FeO + MnO = a$; $SiO_2 + TiO_2 = b$; $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = c$; $K_2O + Na_2O + H_2O = d$:

I'. Koordinaten für Projektion auf die Ebene $Tr—Gl—R_2O$:

$$x' = \tfrac{1}{3} \,.\, a \,.\, \sqrt{6}\,; \quad y' = \frac{1}{2 \,.\, \sqrt{21}} \,.\, (200 + 5\,c - 4\,b - d)\,;$$

II'. Koordinaten für Projektion auf die Ebene $RO—Tr—SiO_2—Gl$:

$$x'' = a + \tfrac{1}{2}\,c + \tfrac{1}{2}\,d\,; \quad y'' = \tfrac{1}{2}\,(c + d) \,.\, \sqrt{2}\,;$$

III'. Koordinaten für die Projektion auf die Ebene $R_2O—R_2O_3—SiO_2$:

$$b' = b + a/3\,; \quad c' = c + a/3\,; \quad d' = d + a/3.$$

Für die Projektionsart I' liegt der Ursprungspunkt (s. Fig. 4) demnach im Glaukophanpunkte, die x'-Achse verläuft auf der Geraden Gl—Tr, und die y'-Achse steht senkrecht darauf;

sie enthält die Punkte SiO_2, Gl, R_2O und R_2O_3. Die Gerade Tr—R_2O_3 enthält den Gr- und Ts-Punkt.

Für die Projektionsart II' ist der Eckpunkt $B = SiO_2$ des Tetraeders Ursprungspunkt, x"-Achse ist die Gerade SiO_2—Tr (s. Fig. 5).

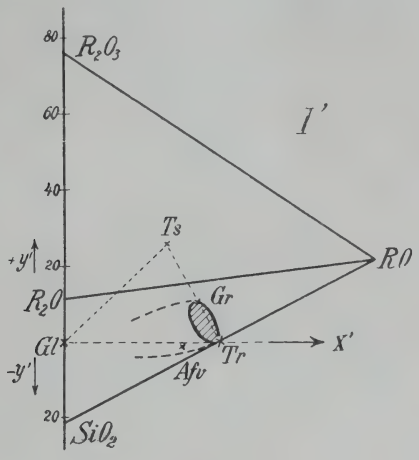


Fig. 4.

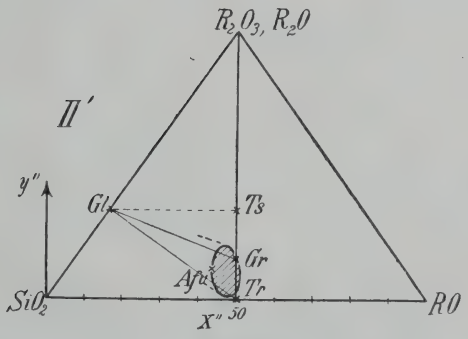


Fig. 5.

Für die Projektionsart III' ist z. B. der Punkt $B = SiO_2$ oben, der Punkt $D = R_2O$ links, der Punkt $C = R_2O_3$ rechts hin zu legen; der Punkt $A = RO$ projiziert sich in den Mittelpunkt des gleichseitig-dreieckigen Konzentrationsfeldes, und die Punkte Gl und Tr fallen auf der Geraden A—B in einen zusammen (s. Fig. 6). Diese Projektionsart gibt also gewisser-

maßen die Vorderansicht des räumlichen Amphibol-Mischungsgebietes, während die Darstellungsarten I' und II' solcherart eine Seitenansicht und einen Grundriß liefern.

Betrachten wir nun zur Festlegung der für die Amphibolgruppe sicher erwiesenen bezw. hypothetisch angenommenen Kristallarten die Gliederung in einzelne Typengruppen, so

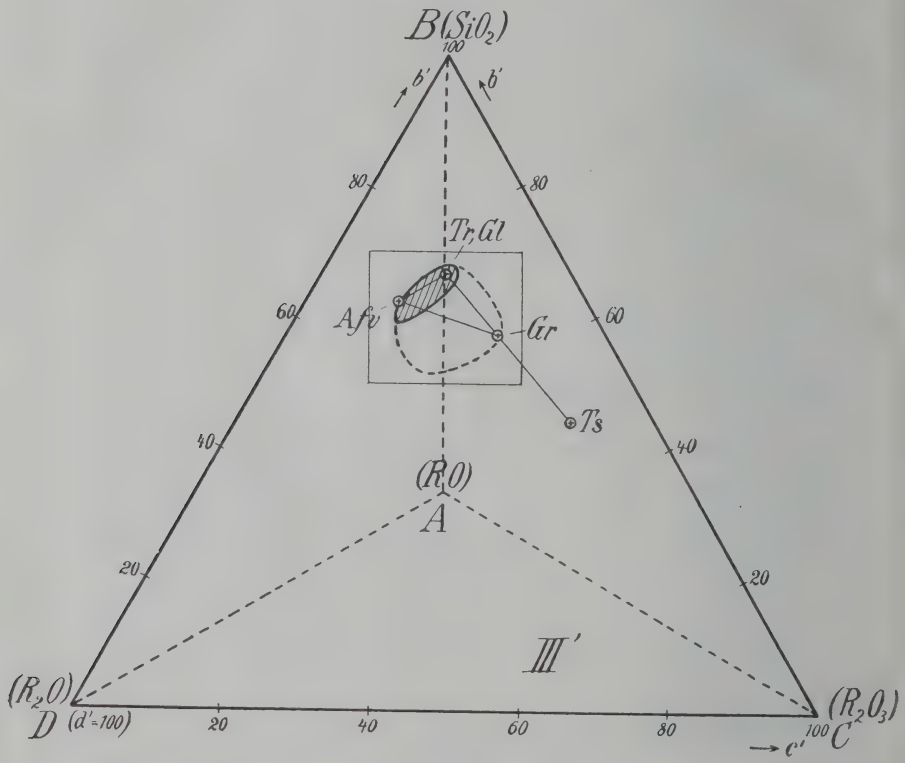


Fig. 6.

Zu Fig. 4 und 6. Engerer und weiterer Amphibolkörper eingetragen, ersterer ausgezogen umrandet, letzterer gestrichelt angedeutet. In Fig. 6 gibt das rechteckige Feld den Bereich der Fig. 9 an.

erkennen wir in voller Analogie zu den Verhältnissen bei den Pyroxenen zunächst eine Reihe von einfachen Silikatmolekülen, die den Amphibolen beigemengt erscheinen, nämlich $CaSiO_3$, $MgSiO_3$, $FeSiO_3$, $MnSiO_3$, in beschränktem Maße auch $ZnSiO_3$, Na_2SiO_3 und K_2SiO_3, welche untereinander z. T. zu einer

Reihe von Doppelverbindungen zusammenzutreten vermögen. Unter diesen sind die wichtigsten: das Molekül des Tremolits, in dem das Verhältnis von $CaO . SiO_2 : MgO . SiO_2 = 1 : 3$ ist, entsprechend das Molekül des Aktinoliths, in welchem $CaO . SiO_2$ und $FeO . SiO_2$ in dem gleichen Verhältnis zusammentreten. Eine besondere Stellung nimmt auch in diesem Zusammenhange das Molekül des Natron-Ferrosilikates Arfvedsonit ein, den wir als Doppelverbindung von Na_2SiO_3 und $FeSiO_3$ im Verhältnis 1 : 3 auffassen müssen.

Die Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Tonerde-Amphibole löste G. Tschermak [1] in Analogie zu seinen Untersuchungen über die chemische Natur der Tonerdeaugite durch Annahme einer Mischkristallbildung zwischen den Molekülen des Tremolits und Aktinoliths mit dem bereits in der statistischen Arbeit Boeke's eingehend besprochenen Molekül $MgO . Al_2O_3 . SiO_2$, welches wir das Tschermak'sche Molekül Ts nennen wollen. Analoge Silikatmoleküle $MgO . Fe_2O_3 . SiO_2$; $FeO . Fe_2O_3 . SiO_2$; $CaO . Al_2O_3 . SiO_2$ (Tc) und $CaO . Fe_2O_3 . SiO_2$ müssen dabei miteinbezogen werden. Den Alkaligehalt der gewöhnlichen Hornblenden erklärte Tschermak durch eine isomorphe Mischbarkeit der genannten Molekülarten mit denjenigen des Glaukophans, $Na_2O . Al_2O_3 . 4SiO_2$, und des Riebeckits, $Na_2O . Fe_2O_3 . 4SiO_2$. Das Silikat $Na_2O . Al_2O_3 . SiO_2$ dagegen ist rein hypothetischen Charakters und das Alkaliäquivalent zum Ts-Molekül. Späterhin [2] hat G. Tschermak erkannt, daß die Annahme eines Alumosilikates $CaO . 2MgO . Al_2O_3 . 3SiO_2$, welches demgemäß einen granatartigen Typus vertritt, die Tonerdehornblenden als Mischkristalle desselben mit den Molekülen des Tremolits, Aktinolithes und Glaukophans verstehen ließe; wir wollen dieses Molekül als Granatmolekül Gr in der Hornblende bezeichnen.

In besonderer Form erscheint dieses Gr-Molekül in einer Arbeit von R. Scharizer [3], der es in der Gestalt schreibt: $[(R_2, R) . O]_3 . (Al, Fe)_2O_3 . 3SiO_2 = 3RSiO_3 . R_2O_3$. Der genannte Autor bezeichnet es in Anlehnung an Breithaupt als

[1] Tscherm. Min. Mitt. 1871. 1. 17.

[2] s. z. B. Tschermak-Becke, Lehrb. d. Min. 4. Aufl. 1894. p. 458; 7. Aufl. 1915. 559.

[3] Dies. Jahrb. 1884. II. -143-.

Syntagmatit-Molekül und gibt für das Verhältnis $(CaO + R_2O)$: $(MgO + FeO + MnO)$ in ihm die Zahl 3 : 4 an.

Durch besondere Einfachheit zeichnet sich die frühere Annahme von C. F. Rammelsberg [1] aus, daß in den Amphibolen lediglich eine isomorphe Mischkristallbildung von Metasilikaten des Typus $RSiO_3$ mit den Oxyden R_2O_3 vorliege; diese Anschauung wird in der Tat einer großen Zahl von Analysen gerecht, wenn wir auch noch die Alkalisilikate R_2SiO_3 mit einbeziehen. Über die Grenzen der Mischbarkeiten macht allerdings Rammelsberg noch keinerlei bestimmtere Angaben.

Die meisten der neueren Handbücher schlossen sich der Tschermak'schen Theorie der Amphibolzusammensetzung an.

Eingehende Untersuchungen beschäftigten sich mit dem Wassergehalt und dem Auftreten des Fluors in den Hornblenden; vor allem hat neuerdings S. L. Penfield und F. C. Stanley [2] sich in Anlehnung an die Tschermak'schen Vorstellungen über die Konstitution der Hornblenden geäußert, und die genannten Forscher nehmen an, daß die Frage nach der Natur des Wasser- und Fluorgehaltes sich nur in der Aufstellung bestimmter Radikale wie $= Al_2O.(OH)_2$ und $= Al_2O.Fl_2$ beantworten ließe. Demgegenüber haben E. T. Allen und J. K. Clement [3] festgestellt, daß in der Tat das in den Hornblenden und Strahlsteinen auftretende Wasser nur in Form fester Lösung vorkommt, und gleiches dürfte bis zu einem gewissen Grade für den Fluorgehalt gelten. Es wird daher in den nachfolgenden Erörterungen stets mehr auf die Anschauung der letztgenannten Autoren Rücksicht zu nehmen sein, und in der Tat ergibt, wie wir noch sehen werden, die Zusammenfassung der analytisch-statistischen Ergebnisse keinen Widerspruch mit derselben.

Bei der statistischen Behandlung des ganzen Problems an Hand der gesammelten Analysen wollen wir wohl unterscheiden zwischen den in den Fig. 1—3 wiedergegebenen Verhältnissen in dem Konzentrationstetraeder des Systems SiO_2—CaO—$(Mg, Fe, Mn)O$—$(Al, Fe)_2O_3$, die den Projektionsarten I, II, III entsprechen, und den im Tetraeder des Systems SiO_2—RO—R_2O_3—R_2O sich darbietenden. In dem

[1] Handb. d. Min.-Ch. 1875. 414.

[2] Zeitschr. f. Kristallogr. **43**. 1907. 233—260.

[3] Amer. Journ. of Sc. [4.] **26**. 1908. 101—118.

ersteren haben wir den vollkommen analogen Gedankengang einzuschlagen, wie ihn Boeke in seiner ausgezeichneten Augituntersuchung benutzte. In der anderen werden wir dem Fragekomplex der Alkaliamphibole und des Wassergehaltes der Hornblenden im allgemeinen begegnen.

Trifft die Tschermak'sche Anschauung in allen Punkten zu, so müssen die darstellenden Punkte der Hornblendeanalysen sich in dem Dreieck Tr—Gr—Gl in den Projektionen I, II, III befinden. Von den hypothetischen Ts-Molekülen wäre vorläufig leicht ganz abzusehen, da erfahrungsgemäß kaum eine Hornblendeart tonerdereicher als das Gr-Molekül ausgebildet ist und die Ts-Moleküle ja überhaupt keinen bestimmten Kristallarten der Amphibolgruppe entsprechen (Fig. 4). Bei den Darstellungen I', II', III' wäre noch zu berücksichtigen, daß auch noch der Arfvedsonitpunkt Afv die Grenze eines Mischungskörpers angebe, so daß die darstellenden Punkte der Hornblendeanalysen einem Raume mit den Punkten Tr, Gr, Gl und Afv als Eckpunkten angehören müßten (Fig. 10a).

Bei der Zusammenstellung der Analysen zum vorliegenden Zwecke der statistischen Betrachtung wurde an Hand des in Handbüchern wie Hintze und Dana, des öfteren auch in dem Doelter'schen Sammelwerke enthaltenen Materials eine kritische Auswahl nach den gleichen Gesichtspunkten getroffen, nach denen H. E. Boeke seinerzeit die Analysen der Pyroxene, Glimmer und Turmaline gewählt hatte. Bei der großen Zahl der über die Amphibole vorliegenden analytischen Untersuchungen war es daher ein leichtes, sich ein vorzügliches Material auszusuchen. Es wurde stets aus der Originalliteratur, wenn diese irgendwie zu erreichen war, sonst aus Referaten in diesem Jahrbuch oder der Zeitschrift für Kristallographie ersehen, ob das Analysenmaterial genügend frisch gewählt worden war, was auch im wesentlichen gewährleistet werden konnte. Des weiteren mußte naturgemäß auf eine sorgsame Trennung der Oxydationsstufen des Eisens Wert gelegt werden. Eine große Zahl älterer Analysen mußte aus diesen Gründen bereits verworfen werden. Besonders aber lag dem Herausgeber daran, die Bestimmung der Alkalien in den einzelnen Analysen nachzuprüfen. In weitaus den meisten Fällen wird es ziemlich schwierig sein, die Angaben der

einzelnen Autoren auf ihre Genauigkeit hin zu untersuchen. In solchen Fällen aber, daß notorisch bei der Alkalibestimmung Ungenauigkeiten unterlaufen sind, insbesondere wenn etwa die Alkalibestimmung nicht direkt, sondern nur etwa in der Differenz erfolgte, wurden derartige Analysen gänzlich verworfen und nur einige besonders merkwürdige Typen unter Vorbehalt (in den Tabellen sind solche mit einem * gekennzeichnet) angeführt.

Zwecks Platzersparnis wurde eine Wiedergabe der gewichtsprozentischen Zahlencharakteristik der einzelnen Analysen unterlassen, dagegen in der Tabelle ein vollständiger Nachweis der berechneten Molekularprozente und der Koordinatenwerte gegeben, damit jederzeit einzelne charakteristische Punkte der Projektion sich wiederfinden ließen, und vor allem auch um die große Zahl von nicht benummerten Punkten in der Nähe der Häufungspunkte der Darstellung übersehen zu können. Es wurde durchgängig H_2O zu R_2O gerechnet und auch, wo vorhanden, der Fluorgehalt als Fl_2 zu diesem geschlagen.

Bei Besprechung der einzelnen speziellen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung können wir uns kurz fassen, da die verschiedenartigen Projektionen der räumlichen Mischungsverhältnisse hinreichend deutlich erscheinen werden, um hier nur kurz auf die Hauptmerkmale der Darstellungen aufmerksam zu machen. Zunächst fällt uns besonders in allen figürlichen Darstellungen auf, daß stets die darstellenden Punkte der Moleküle $RO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$, der Moleküle Ts und Tc insbesondere, außerhalb der Mischungsräume gelegen sind, abgesehen von solchen Projektionsarten, in denen eine Übereinanderlagerung der darstellenden Punkte mit denen der Mischungsräume eintritt. Die genannten Moleküle haben also für die Amphibole überhaupt keine weitere Bedeutung und können auch in der Tat wohl nicht mehr in die Tschermak'sche Mischungstheorie derselben einbezogen werden. Demgegenüber ist eine sehr starke Häufung sämtlicher darstellenden Punkte in dem Raume Tr—Gr—Afv in erster Linie zu beobachten, und zwar in verschiedenen Projektionsarten deutlich in verschiedener Weise. Während in den Darstellungen der Projektionsarten I, II, I' und II' (Fig. 1 und 2, 7 und 8) vor allem die Linie Tr—Gr die meisten Häufungsgebiete

N
+15
+10
+5
243
128
285
32
+
0
−
y'
−5
15

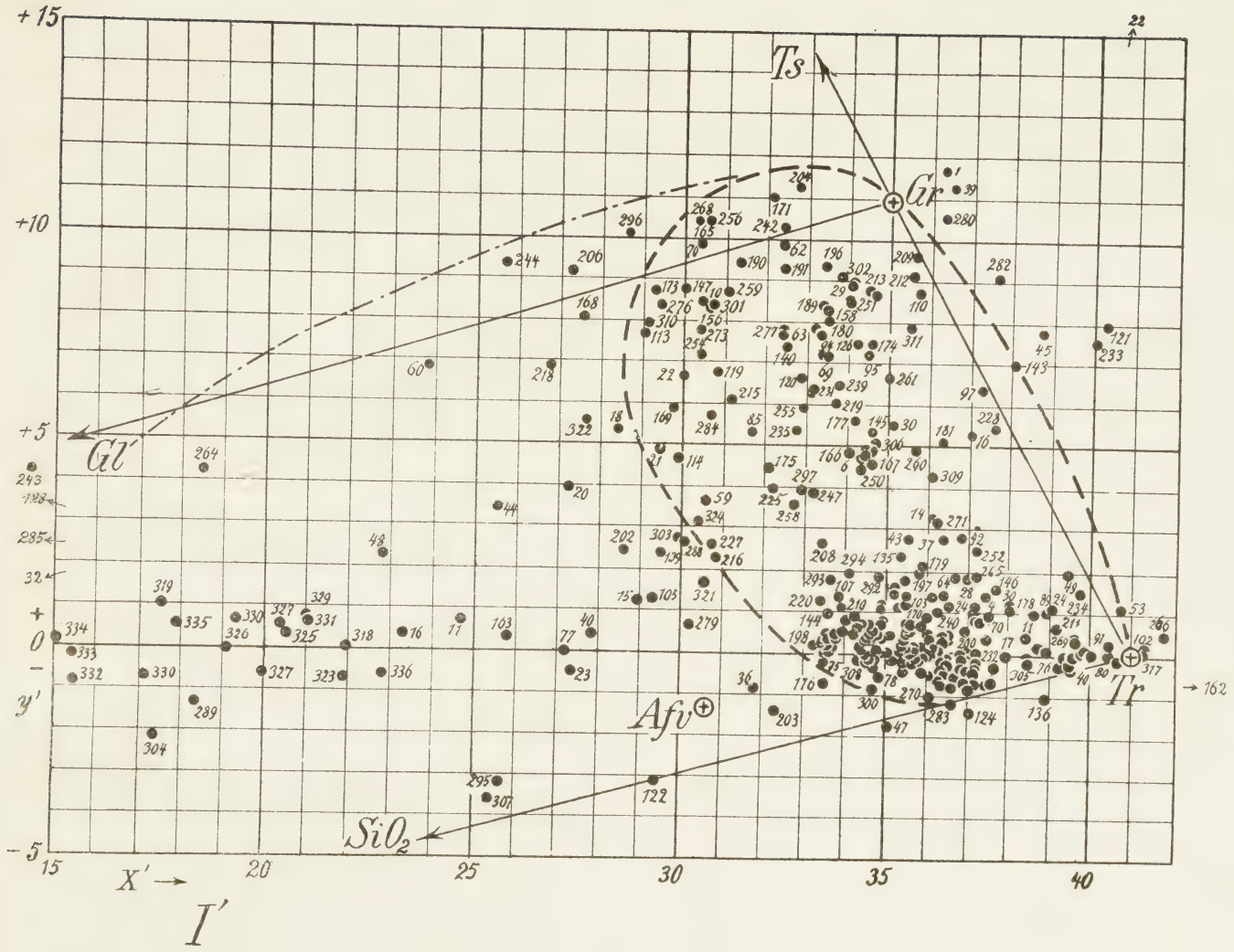
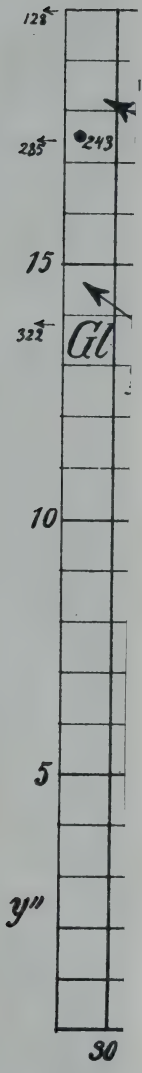


Fig. 7.

N. Jahrl



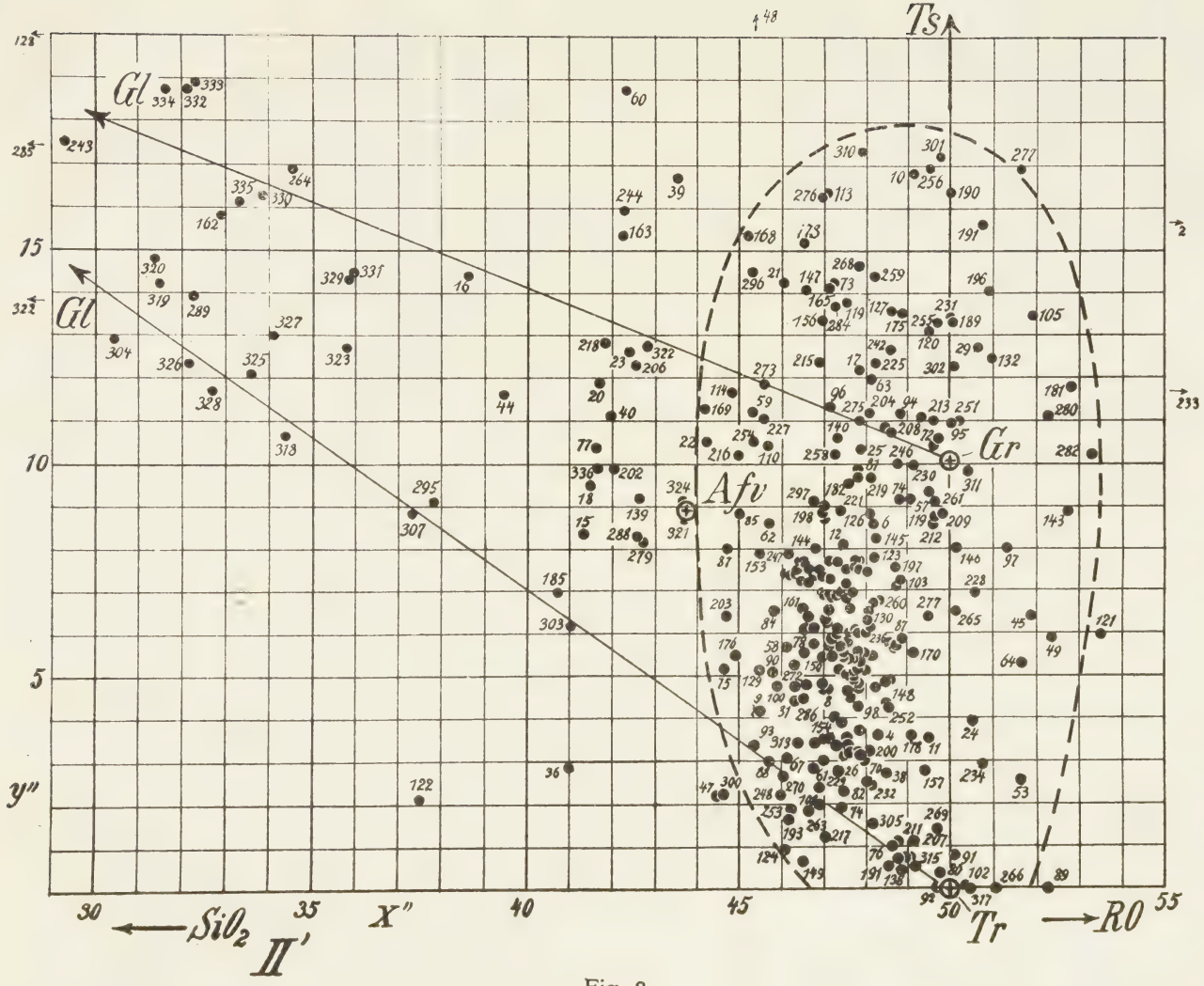
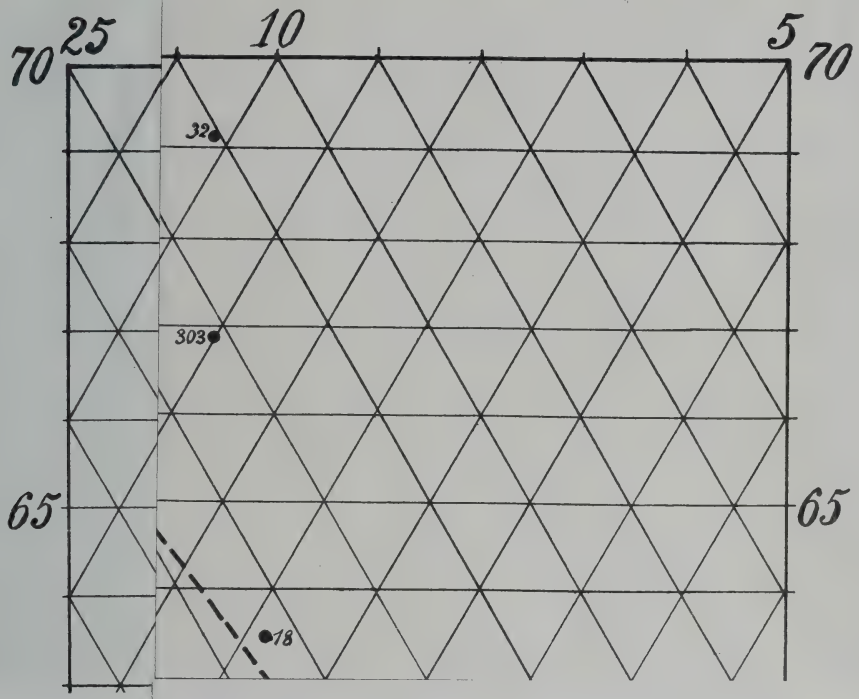


Fig. 8.

Zu S. 211.



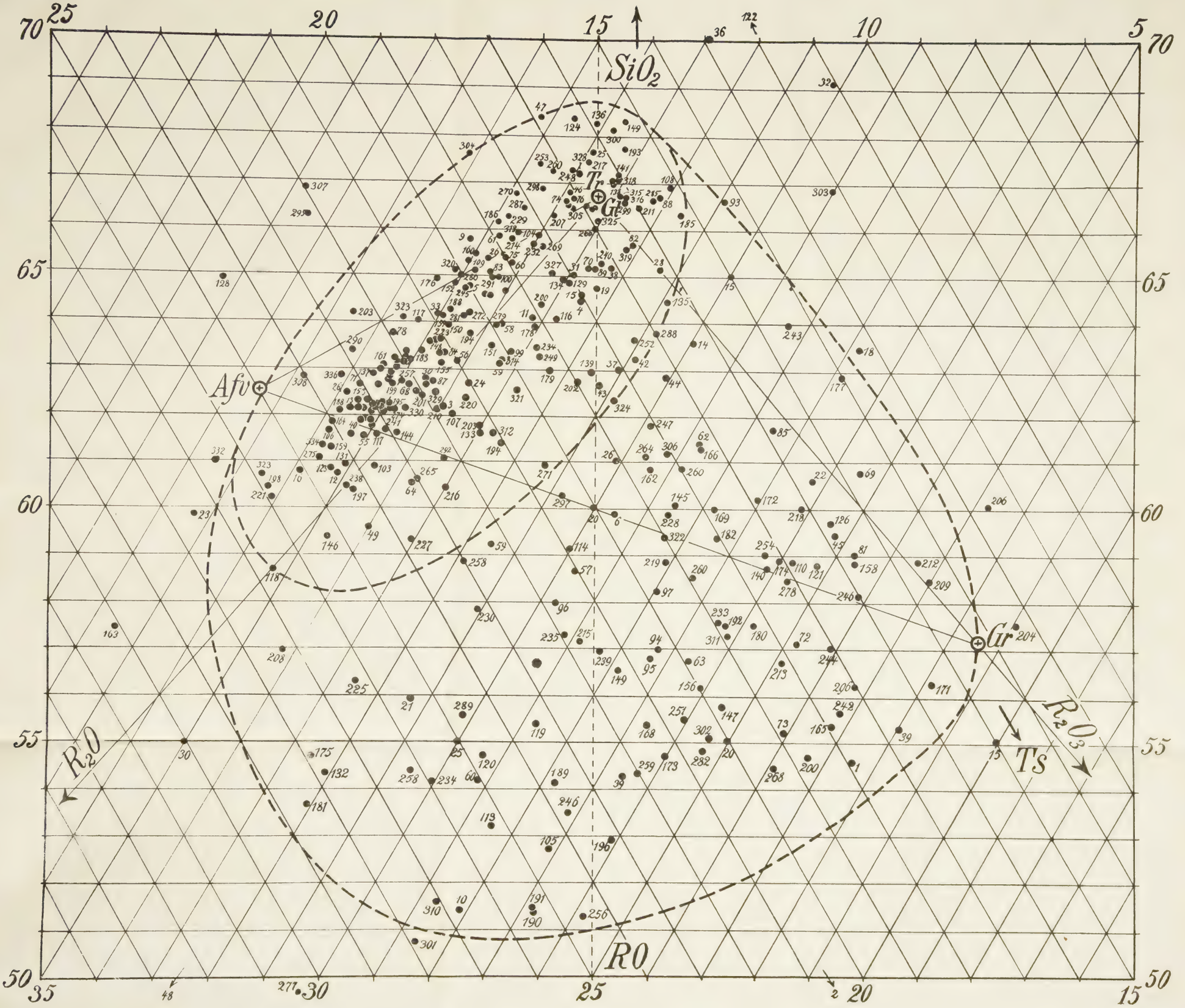


Fig. 9.

durchsetzt, ist in den Fig. 3 und 9 nach der Projektionsart III und III' bezw. eine Verbreiterung des Mischungsfeldes nach dem Glaukophanpunkte und nach dem Arfvedsonitpunkt, oder allgemeiner nach alkalihaltigen Molekülen hin zu bemerken. Die ganz besonders wichtige Frage nach dem Zusammenhang der gewöhnlichen Amphibolarten und der Alkaliamphibole läßt sich aus unseren Darstellungen in befriedigender Weise lösen, wobei wir allerdings den Wunsch äußern, daß den Alkaliamphibolen noch weit mehr, als bisher geschehen, das Interesse der Analytiker zuteil werde, um noch klarer das Nachfolgende zu ergänzen. Zunächst sei aus Zweckmäßigkeitsgründen das Gebiet der Mischkristalle ohne viel Alkali in engerem Sinne abgegrenzt, und man bemerkt mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, daß für diese in den Fig. 7—9 durch engere Grenzlinien vermerkten Gebiete tatsächlich die Mischbarkeit der Moleküle Tr, Gr und R_2O, darin besonders das Wasser einbegriffen, in erster Linie den Charakter der Amphibole darstellt. Es kommt dies in den Projektionen I, II, III (Fig. 1—3) dadurch zum Ausdruck, daß die Mischungsfelder sich nach dem Eckpunkte A (SiO_2) hin verbreitern, weil durch die Nichtberücksichtigung des Wassers als Komponente der SiO_2-Gehalt in den molekularen Verhältnissen mehr hervortritt. Die gleiche Tendenz einer Verbreiterung der Mischungsfelder von der Linie Tr—Gr nach dem Alkalipole hin begegnet uns in den Projektionen I' und II' (Fig. 7 und 8), besonders ausgeprägt aber in der Darstellung III' (Fig. 9), in der wir sofort erkennen, daß nicht eine erhöhte Aufnahmefähigkeit der Amphibole für die Komponente SiO_2 in Frage kommen kann — denn Punkte mit höheren SiO_2-Koordinaten als denjenigen der Punkte Gl und Tr kommen praktisch gar nicht in Betracht —, sondern allein eine erhöhte Aufnahmefähigkeit für die Komponenten R_2O. Dem entspricht auch auf das beste, daß die auffallende Ausdehnung des Mischungsgebietes von den Punkten Tr—Gl nach dem R_2O-Pol nicht etwa auf einer besonders häufigen Mischkristallbildung mit dem Arfvedsonitmolekül beruhen kann, denn in den Darstellungen I' und II' (Fig. 7 und 8) erkennen wir nur wenige Analysenpunkte in der Nähe des Punktes Afv, sondern daß hier nur eine Überdeckung der Arfvedsonite mit dem Gebiete

der eigentlich häufigsten wasserhaltigen Amphibole vorliegt. Über den wahren Sachverhalt zwischen den Tr—Gr-reichen Hornblenden mit dem Arfvedsonitmolekül unterrichten uns auch schon hinreichend die Projektionen I und II (Fig. 1 u. 2), in denen wir deutlich die besondere Lage der arfvedsonitartigen Hornblenden wahrnehmen. Von hohem Interesse sind auch diejenigen Amphibole, welche außerhalb der eingetragenen engeren Grenzen des Mischungskörpers nach dem Glaukophanpunkte hin gelegen erscheinen. Dieses Glaukophanmolekül ist in völliger Reinheit allerdings bis jetzt noch immer nicht beobachtet worden, es läßt sich aber gar nicht verkennen, daß die Gebiete der Räume Tr—Gr—Afv—Gl sämtliche bis jetzt untersuchten Amphibole der Alkalireihe einbegreifen, abgesehen von einigen merkwürdigen isolierten Punkten, welche Analysen von zweifelhaftem Charakter entsprechen, in den Zeichnungen oft nur durch ungefähre Angabe ihrer Lage vermerkt wurden und über deren Geltung man in den kurzen kritischen Bemerkungen in der Literaturangabe zu dem gesamten Material nachlesen wolle. Die Glaukophane zeichnen sich durch eine gewisse systematische Gruppierung ihrer darstellenden Punkte etwa halbwegs zwischen den Punkten Tr, Gr und Afv und andererseits dem Punkte Gl aus; man könnte vielleicht denken, daß eine gewisse Mischungslücke zwischen den gemeinen Hornblenden und den Glaukophanen bestünde, doch reicht zur Entscheidung einer solchen spezielleren Frage jedenfalls das heutige Material noch bei weitem nicht aus. Es möchte uns auch eher glaubhaft erscheinen, daß doch zwischen den Amphibolen im allgemeinen eine weitergehende Mischbarkeit bestehe, so daß die bis jetzt anscheinend vorliegenden Anzeichen einer Gruppierung der Glaukophane für sich nur in der besonderen Art ihres natürlichen Vorkommens begründet liegen. Es sei dahinzielend nur an Beobachtungen von Grubenmann erinnert, nach denen Glaukophan den in Epialkaligneisen vorkommenden Aktinolith umrandet und ihn zu verdrängen scheint, wobei aber auch der Aktinolith Glaukophanmoleküle aufnimmt und dadurch einen Pleochroismus mit blaustichiger Achsenfarbe in Richtung γ zeigt. Hierher gehören auch viele Hornblenden der Mesogesteine mit blaugrünen Pleochroismuscharakteren.

Von Interesse ist auch die Gruppierung der Riebeckite in dieser Art der Betrachtung, und man wird leicht bei eingehenderer Prüfung der Zeichnungen erkennen, wie speziellere Unterabteilungen der Amphibolfamilie wie Barkevikite, Richterite, Änigmatite, Cossyrite etc. sich in den Rahmen des Ganzen einordnen.

Fassen wir die Ergebnisse der Projektionen in wenige Worte zusammen, so dürfen wir aussagen, daß in den wesentlichen Zügen die Mischungstheorie Tschermak's, daß die Hornblenden Mischkristalle der Tremolit-Aktinolithmoleküle mit den Molekülen des Syntagmatits $CaO.2MgO.Al_2O_3.3SiO_2$ und den Alkaliamphibolmolekülen des Glaukophans und Arfvedsonits darstellen, zu Recht besteht, wobei wir allerdings insofern eine wesentliche Erweiterung geben wollen, als wir im Einklang mit den auf ganz anderen Wegen gewonnenen Ergebnissen von Allen und Clement die Mischbarkeit dieser Molekülarten mit Wasser besonders hervorheben.

Der in unseren graphischen Darstellungen erhaltene engere Mischungsraum sei noch einer kurzen Betrachtung hinsichtlich seiner Lage und Gestalt unterworfen. Es genügen dazu freilich nicht die in den Projektionen I, II und III (Fig. 1—3) gegebenen Ansichten, weil die Lage der darstellenden Punkte Tr, Gr und Afv, Gl sich noch in anderer Weise vorteilhafter darbietet. Es wurde deshalb in verschiedenartiger Weise eine Umwälzung der Zeichnungen I, II, III vorgenommen, so daß wir nun nicht nur Achsenprojektionen, sondern auch Ansichten in Richtung zweier Raumlote und zwei nach den Regeln der darstellenden Geometrie entwickelte perspektivische Bilder zur Beurteilung vorlegen möchten (Fig. 10a und b). Die Konstruktion des Punktes Gr als Raumpunkt innerhalb des Tetraeders ist dabei zeichnerisch von besonderem Interesse, ermöglicht sich aber leicht durch eine genauere Erwägung des Molekularverhältnisses der Komponenten, so daß wir mit einem Hinweis auf die illustrierenden Fig. 11a und b und die darin eingetragenen Hilfsebenen, -linien und -punkte, sowie auf die angeschriebenen prozentischen Verhältniszahlen der bezüglichen Komponenten uns begnügen dürfen. Jedenfalls erkennen wir nun aus dem Zu-

sammenhang der sämtlichen Darstellungen deutlich den flachscheibenförmigen Mischungsraum der gewöhnlichen Amphibole. Für die Alkaliamphibole ist die Darstellungsart der Fig. 4—6 entsprechend den Projektionsarten I', II', III' vorzuziehen, doch ist von den vorliegenden Verhältnissen bereits durch diese eine so vorzügliche räumliche Anschauung zu erzielen,

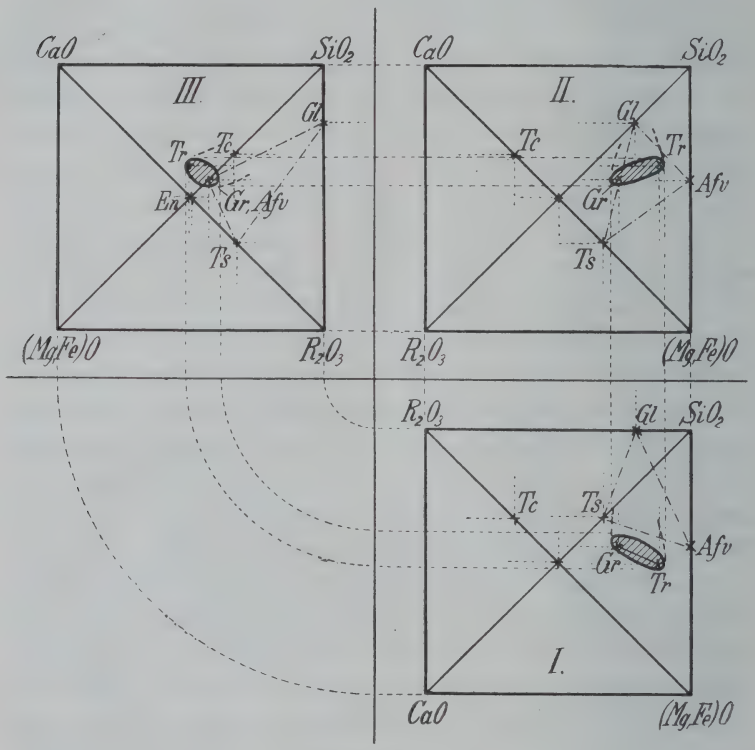


Fig. 10 a.

daß wir füglich eine weitere perspektivische Darstellung entbehren können.

Die Darstellung in Art der Projektionen I, II, III (Fig. 1–3) erlaubt uns nun auch einen weitergehenden Rückschluß auf die Beziehungen der Amphibole zu den Pyroxenen, wenn wir die Mischungsfelder derselben unmittelbar miteinander vergleichen. Es erhellt aus den Zeichnungen Fig. 12 und 13, daß diese Mischungskörper durchaus nicht miteinander identisch sind, so daß wir keineswegs ohne weiteres von einem Di-

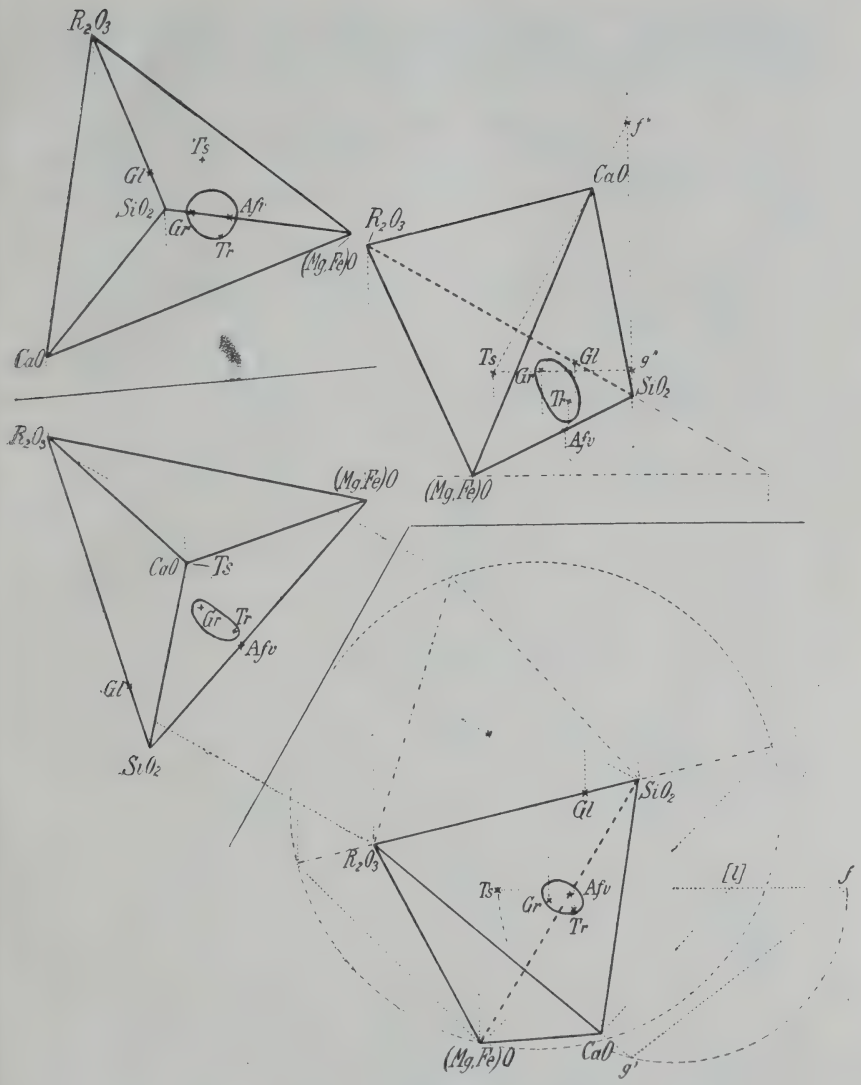


Fig. 10 b.

Zu Fig. 10. Die Konstruktion der perspektivischen Bilder des Konzentrationstetraeders siehe nach R. Haussner, Darstellende Geometrie. Berlin und Leipzig. 2. Aufl. 1912. I. p. 178 ff. Die Strecke Ts [l] gibt die wahre Länge einer Höhenlinie des Tetraeders wieder und die Punkte f und g (in Projektionen f', f'', g', g'') entsprechen einander. Die Falllinien etc. sind dünn eingetragen.

morphismus der Amphibol-Pyroxenreihe reden dürfen. Die Hauptunterschiede fallen uns dann ins Auge, wenn wir be-

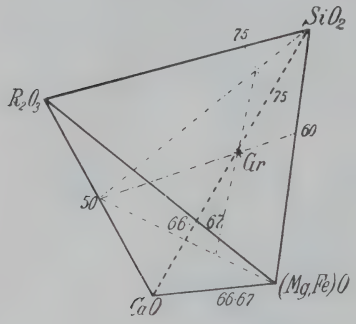


Fig. 11 a.

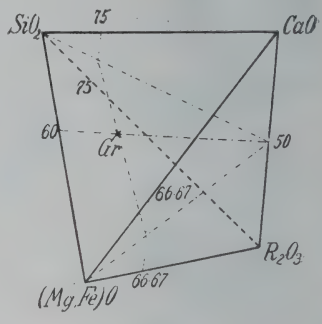


Fig. 11 b.

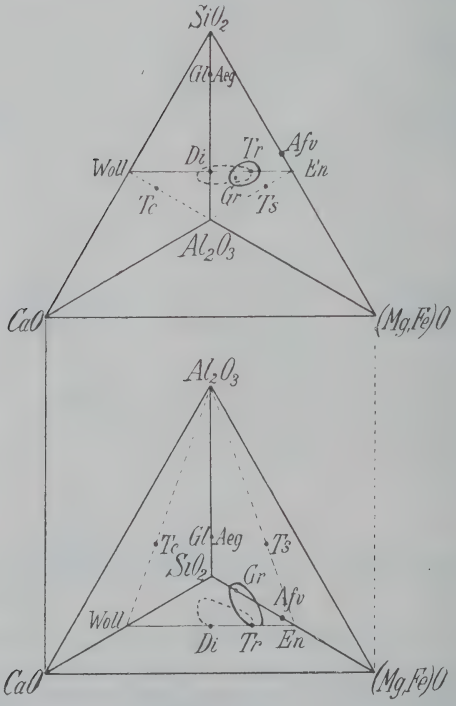


Fig. 12.

rücksichtigen, daß bei den Pyroxenen die maximale Häufung in der Nähe des Diopsidpunktes, für die Amphibole aber bei dem Tremolitpunkte bezw. längs

der Linie Tr—Gr sich bemerkbar macht. Wir entnehmen aus der Gesamtheit der projektiven Darstellungen beider Mischungsräume nach den Projektionsarten I, II, III in erster Linie eine größere Entfernung des Amphibolraumes von dem CaO-Pole, so daß das ganze Gebilde mehr nach dem Innern des Tetraeders hin gegenüber dem

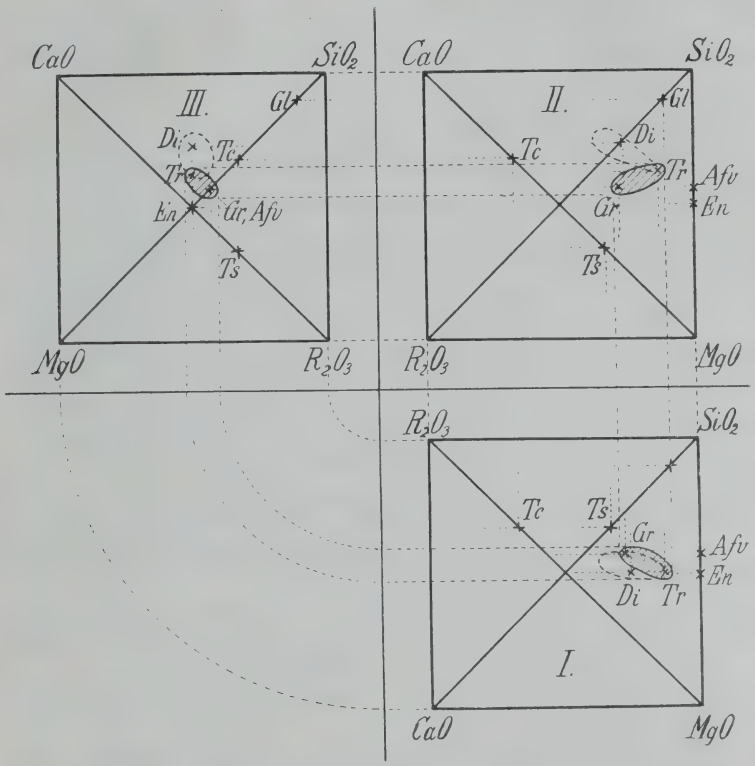


Fig. 13.

Pyroxenkörper versetzt erscheint. Den bekannten Kalkverlust der Pyroxene bei ihrem sekundären Übergang in Amphibolsubstanz, so vor allem bei den Uralitisierungsvorgängen, können wir unmittelbar daraus verstehen. Wir dürfen hier unter keinen Umständen mehr von einer Paramorphosenbildung reden, sondern müssen einen tiefer greifenden chemischen Umsetzungsvorgang zugrunde legen.

Die Fig. 12 und 13 erläutern die Beziehungen der Pyroxene zu den Amphibolen noch besonders deutlich, und man erkennt,

wie im Gegensatz zu den Pyroxenen, deren Mischungskörper nach H. E. Boeke[1] die Linie Wollastonit (Woll)—Enstatit (En) in der Ebene $CaO—MgO—SiO_2$ berührt, die Amphibole mehr im Inneren des Tetraeders gelegen sind, worin sich auch gleichzeitig die schon oben erwähnte Entfernung ihres flachscheibenförmigen Mischungsraumes von dem Pole CaO kundgibt.

Leipzig, Min. Institut der Universität, im Juli 1921.

Literaturübersicht und Bemerkungen.

Die mit *-Zeichen versehenen Analysen sind von zweifelhaftem Werte.

*1. Rohrbach, C. E. M.: Tscherm. Min. Mitt. N. F. **7**. 1886. 25. Hornblende aus Teschenit vom Teufelsgrund bei Neutitschein, Mähren. Die Alkalien wurden nicht direkt bestimmt, sondern als Differenz berechnet.

*2. Schmidt, Tscherm. Min. Mitt. N. F. **4**. 1882. 23. Hornblende aus Tuffen des nördlichen Böhmens. Von R. Scharizer (dies. Jahrb. 1884. II. -146-) als Syntagmatit berechnet. Das zur Analyse verwendete Material ist stark mit Eisenhydroxyd durchsetzt. Vom Verf. wird angegeben, daß wahrscheinlich (in der Tat verhält es sich so) nicht mehr viel Eisenoxydul vorhanden sein könne.

3. Costa-Sena, J. A. da,: Bull. soc. minér. de Fr. **16**. 1893. 208. Aktinolith von Ouro Preto, Minas Geraes, Brasilien.

4. Janeček, G. bei V. v. Zepharovich: Mineral. Lexikon Österr. II. 1873. 360. 436. Asbest vom bekannten Fundorte des Epidots an der Knappenwand, Untersulzbachtal, Tirol.

5. Poni, P.: Ann. scient. de l'Univ. de Jassy. **1**. 1900. 15 ff. Ref. Zeitschr. f. Krist. **36**. 1901. 201. Tremolit aus körnigem Dolomit vom Banartal, Distrikt Suceva, Rumänien.

6. Teall, J. H.: Min. Soc. Lond. **8**. 1888. 116. Hornblende in Gabbroschiefer von Pen Voose, Cornwall.

7. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Abh. d. Ges. Isis, Dresden. 1883. 77. Nephrit vom Sanntal oberhalb Cilli, Steiermark.

8. d'Achiardi, G.: Proc. verb. d. Soc. Tosc. Sc. Nat. 7. Juli 1912; Ref. dies. Jahrb. 1913. II. -381-. Anthophyllit von San Piero in Campo, Elba.

9. Traube, H.: Dies. Jahrb. Beil.-Bd. III. 1885. 422. Weißer primärer Nephrit von Jordansmühl, Schlesien.

10. Haefcke, H.: Inaug.-Dissert. Göttingen. 1890. 36; Ref. Zeitschr. f. Krist. **22**. 1894. 309. Schwarze Hornblende von Ersby, Finnland.

11. Maskelyne, N. und Flight: Quart. Journ. Geol. Soc. **30**. 1874. 412; zitiert nach F. D. Dana, Syst. of min. 6th ed. 1892. Hornblende von Du Toits' Pan, Südafrika.

[1] Centralbl. f. Min. etc. 1915. 422.

12. Beck, W. v. und J. W. v. Muschketow: Verh. d. K. Russ. Min. Ges. 1882. II. 18. Grüner Nephrit vom Flusse Kitoy, Gouvernement Irkutsk.
13. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Abh. d. Ges. Isis, Dresden. 1883. 75. Dies. Jahrb. 1884. II. -324-. Nephrit aus der Provinz Yunnan, China.
14. Szedelstschikow, W. bei P. Sustschinsky: Transact. Soc. imp. d. natural. St. Petersb. **36**. 1912. 34: zitiert nach Doelter's Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 617. Pargasit aus Skarngestein von Hermola, Finnland.
15. Friederici bei M. Bauer: Dies. Jahrb. 1882. I. -158-. Natron-Asbest von Mexiko, Fundort nicht genauer bekannt.
16. Bellen, E. van: Chem. Zeitg. 1900. 392. Antholith, Aktinolith-Asbest. Fundort nicht genannt. Hoher Gehalt an Alkalien und Wasser.
17. Blomgrén, A. bei F. J. Wiik: Finnländ. Min. s. Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 79. Hornblende von Hermala auf Lojo, Finnland. Aktinolith.
18. Haughton: Quart. Journ. Geol. Soc. **18**. 403. Dies. Jahrb. 1863. 477. Hornblende, Grafschaft Donegal, Irland.
19. Rosenbusch, H.: Elemente der Gesteinslehre. 3. Aufl. 1910. 160. Hornblende aus Glimmerdiorit von Christianberg, Böhmerwald.
20. Cossa, A.: Mem. R. Accad. Torino. 2a. **28**. 1876. 332. Hornblende aus Syenit von Biella. Vgl. No. 135.
21. Pfeil, K.: Inaug.-Dissert. Heidelberg 1901. 6. Centralbl. f. Min. etc. 1902. 143. Hornblende von Granatilla, Cabo de Gata.
22. Rhein, G. A.: Inaug.-Dissert. Straßburg 1907. Mitt. d. Geol. Landesanst. v. Els.-Lothr. **6**. 1907. 12 ff. Hornblende in Hornblendegneis von Rimpy bei Markirch. Vgl. No. 85.
23. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **85**. (I.) 1882. 168. Arfvedsonit von der Bucht Kangerdluarsuk, Grönland.
24. Damour: Compt. rend. **61**. 1865. 357. „Ozeanischer Jadeit", = „Nephrit von Ozeanien".
25. Rammelsberg, C. F.: Poggend. Ann. **103**. 1858. 295. Tremolit aus Gulsjö, Schweden.
26. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proceed. U. S. Nat. Mus. **11**. 1888. 115. Dunkelgrüner Nephrit aus Alaska.
27. Fersmann, A.: Mém. de l'Acad. de Pétersb. 1913; zitiert nach C. Doelter's Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 609. Aktinolith von Süd-Oronais, Algier; saponitartig.
28. Streng, A.: Dies. Jahrb. 1862. 948. Hornblende aus Gabbro vom Harz.
29. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **85**. (I.) 1882. 158. Vgl. No. 23. Hornblende vom Vesuv. Tonerdereich.
30. John, C. v. bei C. Doelter: Verh. d. K. Geol. Reichsanst. 1875. 306. Strahliger grüner Aktinolith am Kontakt von Melaphyr und Kalk; Le Selle, Tirol.
31. Hunt, T. S.: Amer. Journ. of Sc. [2.] **27**. 1859. 348. Smaragdit aus den Alpen.

*32. Yoshida bei B. Koto: Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo. **1**. 1886. 87; Ref. Zeitschr. f. Krist. **14**. 1888. 401. Glaukophan aus kristallinen Schiefern von Shikoku.

33. Lemberg, J.: Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. **40**. 1888. 646. Tremolit vom St. Gotthardt.

34. Traube, H.: Mineral. Schlesiens. 1888. 9. Weißer, feinfaseriger Tremolit in Kalk; Reichenstein in Schlesien.

35. Fischer, O. bei F. Berwerth: Mitt. d. Anthropolog. Ges. Wien. **13**. (N. F. 3.) 1883. 215. Nephrit vom Sannfluß oberhalb Cilli, Steiermark.

36. Rath, G. vom: Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. **27**. 1875. 362. Hornblende, mit Augit verwachsen. In Blöcken des Piano vom Monzoni, Tirol. Es fehlt die Wasserbestimmung. In Proj. II' liegt der darstellende Punkt etwas sehr niedrig.

37. Liversidge: The Minerals of New South Wales. 2nd ed. Sidney. 1882. Zeitschr. f. Krist. **8**. 1884. 89. Hellgraues Hornblendemineral vom Mount Walker am Mudgee-Road. Der hohe Kalkgehalt ist auffällig.

38. Kalecsinszky, A.: Földt. Közl. **12**. 1882. 196. Zeitschr. f. Krist. **8**. 1884. 536. Hornblende von Szarvaskö bei Erlau, Ungarn. Eisenkupfferit nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 591.

39. Lucchetti, P.: Mem. d. Accad. Bologna. [4.] **2**. 1881. 397. „Bergamaskit" in Hornblende-Porphyr vom Monte Altino, Prov. Bergamo.

40. Rammelsberg, C. F.: Handb. d. Min.-Ch. 1875. 402. Asbest von Rothenzechau, Schlesien.

41. Allen, E. T. und J. K. Clement: Amer. Journ. of Sc. [4.] **26**. 1908. 101. Tremolit von Russell, N. Y.

42. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 441. Edenit (Pargasit) von Edenville, N. Y.

43. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. d. soc. phys. nat. Genève. **23**. [4.] 1907. 505. Hornblende vom Mont Blanc, Bossons.

44. Föhr bei F. Sandberger: Untersuchungen über Erzgänge. Wiesbaden 1885. 2. H. 159 ff. Die Phonolithe des Hegaus, Würzburg 1883. Zeitschr. f. Krist. **13**. 1887. 411. Hornblende aus Phonolith vom Hohenkrähen.

45. Hebenstreit, C.: Inaug.-Dissert. Würzburg 1877. Zeitschr. f. Krist. **2**. 1878. 103. Hornblende vom Michaelstollen im Schapbachtal, Schwarzwald.

46. Rammelsberg, C. F.: Handb. d. Min.-Ch. 2. Aufl. 1875. 395. Pogg. Ann. **103**. 1858. 273. Tremolit vom St. Gotthardt. Mittel aus zwei Analysen.

47. Palmer, Ch. S. bei G. H. Williams: Dies. Jahrb. 1885. II. -176-. Anthophyllit-Amphibol, nördlich von Baltimore, bei Dorf Mt. Washington.

*48. Rammelsberg, C. F.: Handb. d. Min.-Ch. 2. Aufl. 1875. 401. „Bergholz", von Rothenzechau, Schlesien. Extrem wasserreich; es fehlt die Bestimmung des Eisenoxyduls und der Alkalien.

49. Canaval, R.: Mitt. d. naturw. Ver. Steiermark. 1894. 43. Tremolit von Kallwang in Obersteiermark.

50. Fellenberg, E. v.: Verh. d. Naturf. Ges. Bern. 1870. 712. Nephrit. Fundort fraglich.

51. —: l. c. 1865. 112. Nephrit von Meilen, Schweiz.

52. Haefcke, H.: Inaug.-Dissert. Göttingen. 1890. 32. Ref. Zeitschr. f. Krist. **22**. 1894. 309. Fundort nicht angegeben.

53. Eyerman, J.: Amer. Geol. **34**. 1905. 43. Dies. Jahrb. 1906. I. -354-. Aktinolith, vom Reservoir-Steinbruch bei Easton, Pennsylvanien.

54. Jannetaz, E. und L. Michel: Bull. de la soc. minér. de Fr. **4**. 1881. 178. Nephrit aus Sibirien, Bach Onot am Berge Botogol.

55. Nikolajew, P. D. bei W. v. Beck und J. W. v. Muschketow: Verh. d. K. Russ. Min. Ges. **18**. 1882. II. Ref. Zeitschr. f. Krist. **10**. 1883. 537. Nephrit vom Tale Jarkand, Kwen-Lun-Gebirge.

56. Harrington, B. J.: Roy. Soc. Can. **3**. 1890. 61. Nephrit, Fraser River-Tal bei Lytton, Brit. Columbia.

57. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Arfvedsonitartige Hornblende aus Ganggestein von Glenbucket, Schottland.

58. Schoetensack, O.: Inaug.-Dissert. Berlin. 1885. Nephrit vom Gouvernement Irkutsk, Sibirien.

59. Streng, A.: Dies. Jahrb. 1867. 530. Hornblende aus Diorit vom Kyffhäuser Berg.

60. Weinschenk, E.: Zeitschr. f. Krist. **28**. 1897. 161. Hornblende, früher als Anthophyllit bezeichnet. Kronberg bei Bodenmais. Enthält viel Eisenoxyd und besonders Tonerde, aber kein Eisenoxydul; wasserreich.

61. Seubert, K. und G. Linck: Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. **15**. 1882. 219. Nephrit von Maurach am Überlinger See.

62. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 441. Edenit, „Carinthin". Saualpe, Tirol.

63. Chatard bei Genth: Amer. Philos. Soc. **13**. 1873. 373. Edenit von Cullakenee, N. C.

64. Damour, Compt. rend. **61**. 1865. 357. Nephrit von Neu-Seeland.

65. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Nephrit und Jadeit. 1891. 4. Nephrit, vom Murtal bei Graz vermutlich.

66. Traube, H.: Dies. Jahrb. 1887. II. -277-. Nephrit, aus Diopsid hervorgegangen. Reichenstein, Schlesien.

67. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nation. Mus. **11**. 1888. 118. Nephrit, Neu-Seeland.

68. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Vgl. No. 65. Mitt. d. Anthropolog. Ges. Wien. N. F. **3**. 1883. Ref. dies. Jahrb. 1884. II. -326-. Nephrit vom Murtal, Steiermark.

69. Rupprecht, E.: Inaug.-Dissert. Erlangen. 1889. 20. Ref. Zeitschr. f. Krist. **20**. 1892. 311. Hornblende vom Valle d'Orezza, Korsika.

70. Schoetensack, O.: Inaug.-Dissert. Berlin. 1883. Nephrit von Kansu, Ostasien.

71. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **80.** (1.) 1879. 102. Nephrit vom Greenstone-Creek, einem Nebenfluß des Teramakau an der Westküste der südlichen Insel von Neu-Seeland.
72. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103.** 1858. 453. Pargasit von Czernoschin bei Pilsen, Böhmen.
73. Penfield, S. L. and F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43.** 1907. 256. Basaltische Hornblende von Bilin, Böhmen. Interessant durch geringen Fluorgehalt und Überschuß an RO. Mittel aus zwei Analysen.
74. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nation. Mus. **11.** 1888. 115. Nephrit aus der Schweiz.
75. —: Wie No. 74. Nephrit von Jade Mts., Alaska.
76. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103.** 1858. 295. Tremolit von Gouverneur, St. Laurence Co., N. Y.
77. König, G. A.: Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. 1887. 40. Zeitschr. f. Krist. **15.** 1889. 127. Zink—Mangan—Asbest, Franklin Furnace, N. Jersey. Man beachte den ungewöhnlich hohen Zinkgehalt (7,10% ZnO) sowie den an Mangan (1,70%).
78. Hillebrand, W. F. bei F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419.** 1910. 265. Tremolit, pseudomorph nach Salit. Canaan Mts., Conn.
79. Blasdale, W. C.: Bull. Dept. Geol. Univ. Calif. **2.** 1901. 327 ff. Zeitschr. f. Krist. **38.** 1903. 689. Aktinolith; San Pablo, Calif.
80. Kovár, Fr.: Abh. Böhm. Akad. Prag. No. **28.** 12. 1899. Dies. Jahrb. 1901. II. -203-. Kokkolith von Bystre bei Polička, Böhmen. Zum Vergleich mit Grammatit No. 91 von gleichem Fundort.
81. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. sc. nat. et phys. Genève. **23.** 1907. 3. Hornblende aus uralitisiertem Gabbro, Katschersky, Ural.
82. Hunt, Rep. Geol. Surv. Canada. 1863. 466. Pargasit vom Ragged Chute des Madawaska in Blythfield, Ontario, Canada.
83. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nat. Mus. **11.** 1888. 115. Nephrit aus Alaska.
84. Blasdale, W. C.: Wie No. 79. Aktinolith von North-Berkeley, Californien.
85. Rhein, G. A.: Vgl. No. 22. Mitt. d. Geol. Landesanst. Els.-Lothr. **6.** 1907. 132. Hornblende aus Hornblendegneis von Rimpy, Vogesen, bei Markirch.
86. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Jadeit und Nephrit. 1883. 44, 45. Nephrit aus China.
87. Sauer, A.: Mitt. Bad. Geol. Landesanst. **2.** 1891. 252. Hornblende, Durlach, Baden.
88. Massie bei J. W. Mallet: Chem. News. **42.** 1880. 194. Aktinolith-artige Hornblende, Amelia Co., Virginia.
89. Eyerman, J.: Amer. Geol. **34.** 1905. 43. Dies. Jahrb. 1906. I. -354-. Weißer Asbest vom Delaware-River-Steinbruch bei Easton, Pennsylvania.
90. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nat. Mus. **11.** 1888. 115. Weißer Nephrit, Jade Mts., Alaska.

91. Kovár, Fr.: Vgl. No. 80. Grammatit von Bystre bei Polička, Böhmen.
92. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 296. Faseriger Tremolit von der Insel Maneetsok, Grönland.
93. Leontjeff bei F. J. Wiik: Oefvers. af Finska Vet. Soc. Förhdl. **22**. 1880. Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 110. Strahlstein von Orijärvi, Finnland.
94. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 450. Mittelglied zwischen Hornblende und Barkevikit, Frederiksvärn, Norwegen.
95. Lorenzen, J.: Medd. om Grönland. **7**. 1884. Zeitschr. f. Krist. **11**. 1886. 317. Pargasit (Edenit) von Fiskernäs, Grönland.
96. Hillebrand, W. F. bei F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419**. 1910. 266. Hornblende aus Amphibolit, Palmer Center, Massachusetts.
97. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 443. Pargasit (Edenit) von Monroe.
98. Fersmann, A.: Mém. Acad. St. Pétersb. 1913; zitiert nach C. Doelter, Handb. der Min.-Chem. II. 1. 609. Hornblende von French Creek, Pennsylvania. Aktinolith; in Aktinolithschiefer.
99. Schoetensack, O.: Inaug.-Dissert. Berlin 1885; zitiert nach F. Hintze, Handb. d. Min. II. 1247. Weißer Nephrit; Khorkue (Kalakuei) Chamil.
100. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nat. Mus. **11**. 1888. 115. Bräunlicher Nephrit von Jade Mts., Alaska.
101. Allen, C. L. bei J. W. Mallet: Chem. News. **44**. 1881. 189. Nephrit vom Karakasch-Tal bei Gulbashén im Kuen-Lun-Gebirge, Süd-Turkestan.
102. Flink, G.: Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Förhdl. Stockh. **13**. II. 1887. No. 7. p. 77. Grammatit von Nordmarken, Schweden.
103. Beck, W. v. und J. W. v. Muschketow: Verh. d. K. Russ. Min. Ges. 1882. II. 18. Nephrit vom Kitoyfluß, Gouvernement Irkutsk, Sibirien.
104. Fellenberg, L. R. v.: Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Solothurn. **53**. 1869. 89. Nephrit von Schwemsal bei Düben bei Leipzig.
105. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **85**. (1.) 1882. 185. Pargasit von Pargas, Finnland. Nach Ansicht des Verfassers ist das Fluor vielleicht von mechanisch beigemengtem Phlogopit herrührend, ebenso der beträchtliche Kaligehalt. Er berechnete nicht weniger als 35,91% Phlogopit-Beimengung (!). Die Darstellung der Analyse ergibt indessen keine besondere Anomalie, so daß entgegen Berwerth's Befürchtung die Analyse doch wohl einem normalen pargasitischen Amphibol angehören dürfte.
106. Beck, W. v. und J. W. v. Muschketow: Wie No. 103. Anal. Nikolajew, zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1247. Nephrit vom Flusse Belaja, Irkutsk, Sibirien. Angabe des Fundorts „Caucasus" stimmt wohl keinenfalls.
107. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Nephrit und Jadeit. 1883. 44. Weißer Nephrit aus China.

108. Hoffrén, A. bei F. J. Wiik: Min. Finld.; zitiert nach Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 79. Hornblende von Orijärvi, Finnland.
109. Smirnoff, N.: Trav. soc. d. natur. St. Pétersb. **33**. 1905. 45. Ref. dies. Jahrb. 1909. II. -17-. Grammatit in Dolomit, Slatoust, Ural.
110. Galkin, X.: Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIX. 1910. 695. Hornblende aus Basalttuff, nordwestlich von Spahl, Rhön.
111. Beck, W. v. und J. W. v. Muschketow: Wie No. 103. Nephrit vom Fluß Büstraja, Gouvernement Irkutsk, Sibirien.
112. — s. No. 103. Anal. P. D. Nikolajew. Dunkelgrüner Nephrit von Timurs Grabstein, Moschee Gur-Emir, Samarkand.
113. Collins, J. H.: Quart. Journ. Lond. Geol. Soc. **40**. 1884. 458. Hornblende aus Hornblendeschiefer von Porthalla Cove, Cornwall.
114. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 594. Grüne Hornblende aus Schapbachgneis vom Wildschapbachtal, Schwarzwald.
115. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Jadeit und Nephrit. 1883. 59. Graugrünes Nephritbeil aus Neu-Seeland.
116. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Hornblende aus Hornblendegneis, Küste von Kyle, Durness, Schottland.
117. Allen, E. T. und J. K. Clement: Amer. Journ. of Sc. [4.] **26**. 1908. 101. Tremolit von Ham Island, Alaska.
118. Fersmann, A.: Mém. de l'Acad. St. Pétersb. 1913; zitiert nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 609. „Zillerit", Asbest; Chamonix, Frankreich; in Hornblendeschiefer.
119. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 450. Hornblende von Frederiksvärn, Norwegen.
120. Haefcke, H.: Dissertation Göttingen. 1890. 45. Ref. Zeitschr. f. Krist. **22**. 1894. 309. Schwarze Hornblende von Edenville.
121. Mechelin bei F. J. Wiik: Min. och petr. Meddel. **9**. Finska Vit. Soc. Förhdl. **26**. 1884. Zeitschr. f. Krist. **11**. 1886. 314. Schwarze Hornblende von Svinö auf Åland. Es fehlen die Bestimmungen des Wassers und der Alkalien.
*122. Wasz, T. bei F. J. Wiik: s. Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 79. Hornblende von Korpo, Finnland. Es fehlt die Bestimmung des Wassers und der Alkalien; die b' c' d'-Werte sind wenig wahrscheinlich.
123. Beck, W. v. und J. W. v. Muschketow: Wie No. 103. Grünlich-weißerNephrit von Termes am Amu-Darja, Buchara.
124. Michaelson: Oefvers. K. Akad. v. Wet. Stockh. **20**. 1863. 197; zitiert nach C. Hintze, Handb. d. Min. II. 1223. Tremolit von Fahlun, Schweden.
125. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 296. Aktinolith von Arendal, Norwegen.
126. Rhein, G. A.: Inaug.-Dissert. Straßburg 1907. Mitt. d. Geolog. Landesanst. v. Els.-Lothr. **6**. 1907. 132 ff. Hornblende aus Hornblendegneis von Kleinhöhe, Elsaß.
127. Buston, W. M.: Amer. Journ. of Sc. [3.] **39**. 1890. 352. Grüner Tremolit von Russell, N. Y.

*128. Tschirwinsky, P. v.: Centralbl. f. Min. etc. 1907. 435. Krokydolith von Minussinsk, Sibirien. Die Analyse ist von großem Interesse, doch wurden die Alkalien nur als Differenz bestimmt, daher die Daten von zweifelhaftem Werte.

129. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nat. Mus. **11**. 1888. 115. Nephrit von Jade Mts., Alaska.

130. Nikolajew, P. D. bei W. v. Beck und J. W. v. Muschketow: Siehe No. 103. Nephrit aus dem Tale des Jarkand, Kwen-Lun-Gebirge.

131. Beck, W. v. und J. W. v. Muschketow: Siehe No. 103. Graublauer Nephrit, in Peking gekauft, wahrscheinlich aus China.

132. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 442. Pargasit von Pargas, Finnland.

133. Hoffmann, A.: Tscherm. Min. Mitt. **4**. 1882. 537. Weißer faseriger Tremolit von Guneck, nordöstlich von Kamp im Lavanthal, Steiermark.

134. Oels, M.: Dissertation Erlangen 1894. Ref. dies. Jahrb. 1896. I. -47-. Aktinolith-Asbest, Luri, Corsica.

135. Zambonini, F.: Zeitschr. f. Krist. **40**. 1905. 236. Hornblende in Syenit, von Biella, Piemont.

136. Petersen, Th. bei C. F. Rammelsberg, Handb. d. Min.-Ch. 1875. 400. Asbest von Bolton, Mass.

137. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **80**. (1.) 1879. 102. Nephrit, Kawa-Kawa, Neu-Seeland.

138. Gohl bei Kenngott: Übers. d. miner. Forschungen in den Jahren 1862—65. 172; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1216. Tremolit vom St. Gotthardt.

139. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 448. Hintze, Handb. d. Min. II. 1257. Hornblende von Brevig, Norwegen; arfvedsonitartig, dem Barkevikit ähnlich.

140. Hermann, R.: Bull. Soc. Natur. Moscou. **35**. (2.) 1862. 245. „Kokscharowit", Sljudjanka, Baikalsee.

141. Scheidt bei H. Fischer: Nephrit. **3**. 1880. 156; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1232. Nephrit, bei Potsdam gefunden.

142. Rath, G. vom bei R. Fischer: Mitt. d. Anthropolog. Ges. Wien. **8**. No. 1, 2. 1878. 177. Zeitschr. f. Krist. **3**. 1879. 593. Nephrit, angeblich vom Topajasfluß, Brasilien.

143. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 160. Hornblende aus Diorit, Faymont, Val d'Ajol, Vogesen.

144. Haefcke, H.: Inaug.-Dissert. Göttingen 1890. 19; vgl. No. 10. Brauner Tremolit, Pierrepoint N. Y., vgl. No. 153, als Hornblende bezeichnet.

145. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 444. Hornblende aus Diorit, Konschekowski-Kamen bei Bogoslawsk.

146. — Handb. d. Min.-Ch. 1875. 396. Asbestartiger Strahlstein, Taberg, Wermland, Schweden.

147. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 173. Grüne Hornblende aus Anorthosit; South Sherbrooke, Ontario.

148. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Jadeit und Nephrit. 1883. 54. Vgl. No. 107. Hellgrüner Nephrit aus Neu-Caledonien.
149. Farsky, F.: Verh. Geolog. Reichsanst. 1876. 209. Tremolit vom Chejnow bei Tabor, Böhmen.
150. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 242. Aktinolith von Lee, Mass. Mittel aus zwei Analysen.
151. Oels, M.: Inaug.-Diss. Erlangen 1894. Vgl. No. 134. Aktinolith-Asbest von Morosaglia, Corsica.
152. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **85**. (1.) 1882. 158. Tremolit vom St. Gotthardt; etwas Talk ist eingewachsen.
153. Haefcke, H.: Inaug.-Dissert. Göttingen 1890; vgl. No. 10. Bräunlichgrüner Tremolit von Pierrepont, N. Y.. vgl. No. 144, als Hornblende berechnet.
154. Clarke, F. W. und P. G. Merrill: Proc. U. S. Nat. Mus. **11**. 1888. 115. Grünschwarzer Nephrit von Alaska.
155. Hillebrand, S.: Tscherm. Min. Mitt. **27**. 1908. 273. Aktinolith, pseudomorph nach Pyroxen, Kragerö, Norwegen.
156. Streng, A.: Dies. Jahrb. 1867. 529 f. Hornblende aus Diorit vom Kyffhäuser Berg.
157. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 296. Strahlstein, Greiner, Tirol.
158. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. soc. phys. et nat. Genève. **23**. 1907. 500. Hornblende aus Gabbro, Cerebriansky, Ural.
159. Allen, C. L. bei J. W. Mallet: Chem. News. **46**. 1882. 216. Nephrit von Neu-Seeland.
160. Lechartier: Bull. soc. chim. **8**. 1862. 381. Tremolit von Campo longo oberhalb Dazio Grande.
161. Allen, E. T. und J. K. Clement: Amer. Journ. of. Sc. [4.] **26**. 1908. 101. Tremolit von Edwards, N. Y.
162. Hlawatsch, C.: Festschr. f. H. Rosenbusch. Stuttgart. 1906. 68 ff. Hornblende, zwischen Arfvedsonit und Riebeckit stehend. Cevadães, Portugal.
163. Blasdale, W. C. bei G. D. Louderback: Univ. of Calif. Public. **5**. 1909. No. 23. 321; Ref. Zeitschr. f. Krist. **50**. 1913. 185. Bläulichgrüner Amphibol von San Benito Co., Calif., crossitähnlich.
164. Smith, L. und G. J. Brush: Amer. Journ. of Sc. [2.] **16**. 1853. 48. Cummingtonit von Cummington, Mass.
165. Scharizer, R.: Dies. Jahrb. 1884. II. -143-. Basaltische Hornblende von Jan Mayen. Entspricht dem Syntagmatit-Molekül Scharizer's.
166. Pisani, F. bei R. A. Daly: Proc. Amer. Acad. of Arts a. Sc. **34**. 1899. 433; Ref. Zeitschr. f. Krist. **34**. 1901. 208. Zonare Hornblende von Philipstad, Schweden.
167. Duparc, L. und Th. Hornung: Vgl. No. 158. p. 306. Hornblende von Coschütz, Sachsen; aus Syenit.
168. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 160. Hornblende aus Diorit, mit etwas Biotit und Eisenerz verunreinigt; Schwarzenberg bei Barr, Vogesen.

169. Hezner, L.: Tscherm. Min. Mitt. **22**. 1903. 562. Blaugrüne Hornblende von Umhausen, Tirol.
170. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Nephrit und Jadeit. 1891. 4. Mitt. d. Anthropolog. Ges. Wien. **13**. (N. F. 3.) 1883. Dunkellauchgrüner Nephrit, im Murtal bei Graz, Steiermark.
171. Trenzen, C.: Dies. Jahrb. 1902. II. 37. Hornblende aus Basalt, Seigertshausen im Knüllgebiet, Niederhessen; Mittel aus zwei Analysen.
172. Duparc, L. und Th. Hornung: Wie No. 158. Hornblende aus Dioritpegmatit, Poloudniewaia, Ural.
*173. Doelter, C.: Vulkan. Gest. d. Capverd. Ins. Graz. 1882. 32; Zeitschr. f. Krist. **8**. 1889. 415. Hornblende aus Phonolith von Mayo, Capverdische Inseln. Die Analyse ist von zweifelhaftem Werte.
174. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 452; **83**. 151. 458. Hornblende aus Basalttuff von Härtlingen bei Wallmerod, Nassau.
175. Barrois, Ch. und A. Offret: Compt. rend. **103**. 1886. 221. Glaukophan aus Amphibolit, Lanjaron, Andalusien.
176. Michaelson, C. A.: Oefvers. K. Akad. Vet. Stockh. **20**. 1863. 199; Journ. f. prakt. Ch. **91**. 1864. 222. Hornblende aus Långbanshyttan, Schweden. „Richterit."
177. Götz, J.: Dies. Jahrb. Beil.-Bd. IV. 1886. 126. Hornblende in epidotreichem Dioritschiefer, Buchinhout Kop, Marabastad in Nord-Transvaal, Südafrika. Ganz reines Material nicht vorhanden, enthält etwas Epidot als Verunreinigung.
178. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Hornblende aus Diorit von Portsoy, Schottland.
179. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 83. Braune Hornblende aus Amphibolgranit, Pré de Fauchon zwischen Gerardmer und Rochesson, Vogesen.
180. Gabaglio bei L. Duparc und F. Pearce: Bull. soc. min. **26**. 1903. 131. „Sorétit" von Kowinsky Kamen im nördlichen Ural; Mittel aus zwei Analysen.
181. Kispatič, M.: Wiss. Mitt. Bosn. u. Herzegow. **7**. 1900. 377; Zeitschr. f. Krist. **36**. 1902. 649. Grünlicher Aktinolith aus Schiefern an der Straße von Kopalica nach Dubostica.
182. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 446. Schwarze blätterige Hornblende, mit Babingtonit zusammen vorkommend; Arendal, Norwegen.
183. Allen, E. T. und J. K. Clement: Amer. Journ. of Sc. [4.] **26**. 1908. 101. Tremolit von Ossining, N. Y.
184. Chatard, T. M. bei Williams: Amer. Journ. of Sc. [3.] **39**. 1890. 352; s. a. F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419**. 1910. 266. Braune Hornblende von Pierrepont, N. Y.
*185. Tamm: Inaug.-Dissert. Stockholm. 1869; zitiert nach Dana, Syst. of Min. 6th ed. 1892. 396. Hornblende von Pajsberg, Schweden. Die Alkalien wurden nur als Differenz bestimmt. Der Wert der Analyse ist zweifelhaft.

186. Sperry, E. S.: Zitiert nach Dana, Syst. of Min. 6th ed. 1892. 393. „Hexagonit" von Edwards, St. Lawrence Co., N. Y.
187. Allen, E. T. und J. K. Clement: Amer. Journ. of Sc. [4.] **26**. 1908. 101. Tremolit von Russell, N. Y.
188. Heddle, F.: Mineral. Mag. a. Journ. Min. Soc. Gr. Brit. a. Ireld. **2**. 1878. No. 8. 9; No. 10. 106. Grüne Hornblende aus Schiefern, Insel Fetlar, Schottland. Aktinolith.
189. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 415. Schwarze Hornblende von Pargas, Finnland.
190. Haefcke, H.: Inaug.-Dissert. Göttingen. 1890. 40. Vgl. No. 10. Schwarze Hornblende vom Vesuv. Beachtenswert der Wasser-, Alkali- und Fluorgehalt.
191. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 173. Schwarzbraune Hornblende aus Hornblendegabbro, Ivrea.
192. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 454. Schwarze Hornblende aus Basaltwacke, Adlergrube bei Honnef, Siebengebirge.
193. Claus bei H. Fischer: Arch. f. Anthropol. 1866. 337; Nephrit und Jadeit. 1880. 233; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1232. Nephrit von Schwemsal bei Düben bei Leipzig.
194. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proc. U. S. Nation. Mus. **11**. 1888. 115. Amer. Journ. of Sc. [3.] **28**. 1884. 20. Gelbgrünlicher Nephrit von Alaska.
195. Engström, N.: Geol. Fören. Förhdl. **2**. 1875. 470. Hornblende, „Richterit", von Långban, Schweden. Stark manganhaltig und alkalireich.
196. Harrington, J. O.: Rep. Geol. Can. 1873. 201; zitiert nach Hintze. Handb. d. Min. II. 1231. Grünschwarze Hornblende, mit Magnetit, Bathurst, Canada.
197. Fersmann, A.: Mém. Acad. St. Pétersb. 1913; zitiert nach C. Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II. 1. 609. „Zillerit", in Hornblendegabbro vom Radautal, Harz.
198. Schoetensack, O.: Inaug.-Dissert. Berlin. 1885. Zeitschr. f. Ethnol. 1885. 159. Nephrit; Manas am Nordabhang des Tienshan-Gebirges, Dschungarei.
199. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Asbest aus Kalkstein; Shinness, Sutherland, Schottland.
200. Michaelson: Oefvers. K. Sv. Akad. Stockh. **20**. 1863. 199; Zeitschr. f. prakt. Ch. **91**. 1864. 221. Dunkelgrüner Strahlstein in Chloritschiefer von Orijärvi, Finnland.
201. Heddle, F.: Miner. Mag. **5**. 1882. 103. Farbloser faseriger Tremolit von Shinness, Sutherland, Schottland.
202. Osann, A.: Dies. Jahrb. 1888. I. 122. Blaugrüne Hornblende aus Sanidinit von São Miguel, Krater Lagoa do Fogo, Azoren.
203. Holst, N. O.: Geol. Fören. Förhdl. **2**. 1875. 530. „Marmairolith", blaßgelb, in Kalk, Långban, Schweden. Strahliger Richterit.
204. Lotz, H.: Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. Naturw. Abt. N. F. **4**. 1910—11. 70 ff. Inaug.-Diss. Gießen 1912; dies. Jahrb. 1913. II. 182. Hornblende von Liebhards, Rhön. Es fehlt die Wasserbestimmung.

205. Fersmann, A.: Mém. Acad. St. Pétersb. 1913; zitiert nach C. Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 609. Weißer seidenglänzender „Zillerit", ein Tremolit, in Serpentin- und Amphibolitschiefer von der Goslerwand, Pregratten, Tirol.
206. Fouqué, F.: Bull. soc. min. de Fr. **17**. 1894. 508. Hornblende aus Glimmer-Hornblende-Andesit, Lioran-Murat.
207. Weibull, M.: Geol. Fören. Förhdl. **6**. 1883. 504; Tscherm. Min. Mitt. N. F. **7**. 1886. 115. „Silfvbergit"; Vester-Silfvberget, Dalarne, Schweden.
208. Frenzel, A. bei A. B. Meyer, Jahresber. d. Ver. f. Erdk. Dresden. **22**. 1884; Zeitschr. f. Krist. **10**. 1886. 612. Grüner Nephrit vom südöstlichen Alaska.
209. Arvelin, A. bei F. J. Wiik: Mitt. über finnländ. Min.; zitiert nach Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 79. Hornblende von Korpo, Finnland.
210. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 242. Dunkelgrüner Aktinolith von Russell, St. Lawrence Co., N. Y. Mittel aus zwei Analysen.
211. Åkerstedt, K. bei F. J. Wiik: s. Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 79. Hornblende von Hermala auf Lojo, Finnland. Aktinolith.
212. Nylander, H.: Ebendort. Hornblende von Korpo, Finnland.
213. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 454. Schwarze Hornblende vom Vesuv.
214. Fellenberg, H. v.: Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Münch. 1873. 260; Verhdl. d. Schweiz. naturf. Ges. Einsied. 1868. 38. Material von R. v. Schlagintweit; Nephrit von Gulbagaschen, Turkestan.
215. Hillebrand, W. F. bei F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419**. 1910. 266. Hornblende von Palmer Center, Mass.
216. Lorenzen, J.: Miner. Magaz. **5**. 1882. 53; Medd. fra Grönld. 2 det H. Kopenh. 1881; s. a. J. Soellner, Zeitschr. f. Krist. **46**. 1909. 539. Arfvedsonit von Storarsuit und Kangerdluarsuk, Grönland.
217. Fellenberg, H. v.: Verhdl. d. Schweiz. naturf. Ges. Solothurn. **53**. 1869. 89. Nephritagraffe; Berg Botogol am südlichen Baikalsee, Sibirien.
218. Couyat, J.: Compt. rend. **147**. 1908. 988. Hornblende aus Andesit, Wadi Abu Mâammel, Ägypten.
219. Beljankin, D.: Nachr. d. Petersb. Polytechn. **17**. 1910. 150; zitiert nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 622. Hornblende aus Granodiorit, Ilmengebirge, Ural.
220. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. „Edenit" von Mt. Errins, nördl. Tarbet in Kantyre, Schottland; in Gneis.
221. Schoetensack, O.: Inaug.-Diss. Berlin 1885; Zeitschr. f. Ethnogr. 1885. 159. Violettgrauer Nephrit von „Khotan" (?), vielleicht vom Karakasch-Tal im Kwen-Lun-Gebirge.
222. Harrington, B. J.: Transact. Roy. Soc. Canada. **3**. 1890. 61; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1249. Graugrünes Nephritbeil von Lytton, Fraser River, Brit.-Col.

223. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 241. Weißer Tremolit, zusammen mit Turmalin vorkommend; Richville bei Gouverneur, N. Y. Mittel aus zwei Analysen.
224. Heddle, F.: Miner. Mag. a. Journ. Min. Soc. Lond. **2**. 1878. No. 8. 9; No. 10. 106; Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Blaßgrüne blätterige Hornblende von der Insel Balta, Schottland.
225. Ebendort. Edenit von Milltown, Glen Urquhart, Schottland.
226. Eakins, L. G. bei G. P. Merrill: Proc. Nat. Mus. Wash. **12**. 1890. 595; Amer. Geol. **6**. 1890. 35. Tremolit in Serpentin, Wolf Quarry, Chestnut Hill bei Easton, Pennsylvanien.
227. Beljankin, D.: Wie No. 219; zitiert nach Doelter, Handb. d. Min.-Chem. II, 1. 615. Hornblende aus Pegmatit, Tscheranschankafluß, Ilmengebirge.
228. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. sc. phys. et nat. **23**. 1907. 506. Hornblende aus Amphibolit von Pierre à l'Echelle, Mont Blanc.
229. Friederici bei M. Bauer: Dies. Jahrb. 1881. II. 107. Natronasbest, Frankenstein, Schlesien.
230. Heddle, F.: Wie No. 224. Hornblende in Ganggestein von der Insel Balta, Schottland.
231. Harrington, B. J.: Amer. Journ. of Sc. [4.] **15**. 1903. 392; St. Kreutz: Tscherm. Min. Mitt. **27**. 1908. 249. Rötlichbraune Hornblende von Grenville, Prov. Quebec. Hoher Fluorgehalt, aber wenig Eisenoxydul und Eisenoxyd.
232. Warren, C. H.: Amer. Journ. of Sc. [4.] **25**. 1908. 1. Aktinolith aus Cumberlandit, Iron Mine Hill, Cumberland.
233. Evans, N. N. bei J. A. Bancroft: Amer. Journ. of Sc. [4.] **25**. 1908. 509. Gedrit (Tonerde-Anthophyllit), in Amphibolit von Harcourt, Ontario.
234. Orlow, N. A.: Mitteilg. von P. v. Tschirwinsky an C. Doelter, zitiert nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 607. Tremolitasbest von Mistijsky Prichod, Kaukasus.
235. Valentine, W.: Bull. U. S. Geol. Surv. **168**. 268; F. W. Clarke, do. **419**. 1910. 267. Hornblende aus Hornblendegabbro, Bower Creek, Calif.
236. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Nephrit u. Jadeit. 1891. 4; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1250. Nephrit von Stubbenkammer auf Rügen.
237. Damour, Compt. rend. **61**. 1865. 357. Nephrit aus China.
238. Becke, W. v. und J. W. v. Muschketow: Wie No. 103. Nephrit vom Fluß Kitoy, Gouv. Irkutsk, Sibirien.
239. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1908 237. Schwarze Hornblende von Edenville, N. Y.
240. Chatard, J. M. bei F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419**. 1910. 265. Aktinolith von Corundum Hill, North-Carolina.
241. Becke, W. v. und J. W. v. Muschketow: Wie No. 103. Grüner Nephrit vom Fluß Belaja, Gouvernement Irkutsk, Sibirien.
242. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 454. Hornblende in Hornblendeandesit vom Stenzelberg, Siebengebirge.

243. Herz, W. bei L. Milch: Dies. Jahrb. Festband 1907. 348—396. Glaukophan vom Elek-Dagh, östlich Iylanly im nördlichen Kleinasien. Hoher Gehalt an Tonerde.

244. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 631. Hornblende aus Hornblende-Glimmerschiefer von Airolo, Alpen.

245. Penfield, S. L.: Amer. Journ. of Sc. [3.] **40**. 1890. 394. Anthophyllit, Franklin, N. C. Jenks Corundum Mine, Macon Co.

246. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. sc. phys. et nat. Genève. **23**. 1907. 506. Hornblende aus Dioritpegmatit, Konjakowsky, Ural.

247. Schwager, A. bei C. W. v. Gümbel: Geognost. Beschreibg. von Bayern. **4**. 1891. 210. Hornblende aus Diorit, Riesgegend, Bayern.

248. Frenzel, A. bei A. B. Meyer: Dies. Jahrb. 1886. II. 255. Aktinolithgestein, weicher als Nephrit. Ryllshytte Kompani-Grufvan, Dalekarlien, Schweden.

249. Riggs, R. B. bei F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419**. 1910. 266. Aktinolithähnliche Hornblende aus Gabbro, von den Wasserwerken der Stadt Washington D. C.

250. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Asbest aus Serpentin, Portsoy, Schottland.

251. Eakins, L. G.: Bull. U. S. Geol. Surv. **64**. 1890. 40; bei F. W. Clarke, l. c. **419**. 1910. 266. Hornblende aus Serpentin von Montville, N. J.

252. Streng, A.: Dies. Jahrb. 1862. 948. Dunkelbraune Hornblende aus Gabbro von Baste, Harz. Das Analysenmaterial war noch mit etwas Augitsubstanz vermengt.

253. Fellenberg, L. R. v.: Sitzgs.-Ber. d. Münchn. Akad. 1873. 260. Verhdl. Schweiz. Naturf. Ges. Einsied. 1868. 38. Ref. dies. Jahrb. 1869. 231. Nephrit aus der Sammlung von R. v. Schlagintweit; Gulbagaschen, auf der rechten Seite des Karakaschtals, Turkestan.

254. Galkin, X.: Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIX. 1910. 692. Hornblende aus Basalttuff vom Gehülfensberg, nordwestlich Rasdorf, Rhön.

255. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 258. Hellbraun-rötliche Hornblende von Grenville, Quebec. Beachtenswert durch den hohen Gehalt an Fluor und Tonerde, aber den geringen Gehalt an Eisenoxyd und Eisenoxydul.

256. Puzyrewsky, bei Scheerer: Journ. f. prakt. Ch. **65**. 1855. 343; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1237. Braune Hornblende, Übergangsglied zum Barkevikit, Fredriksvärn, Norwegen.

257. Heddle, F.: Miner. Mag. a. Journ. Min. Soc. Lond. **2**. 1878. No. 9. 106; Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878; Ref. Zeitschr. f. Krist. **4**. 1880. 312. Feinfasriger Amianth-Asbest, auf Spalten in Diallaggestein von Balta, Shetland-Inseln.

258. Smith, L. und G. J. Brush: Amer. Journ. of Sc. [2.] **16**. 1853. 44. Cummingtonit, von Cummington, Mass.

259. Nelson, J. L. bei S. L. Penfield und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 250. Dunkle Hornblende von Cornwall, Orange Co., N. Y.

260. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. sc. phys. et nat. Genève. **23**. 1907. 506. Hornblende aus Diorit vom Teufelsberg, Odenwald. Die Analysensumme (103,63) ist auffallend hoch.
261. Hawes: Amer. Journ. of Sc. [3.] **16**. 1878. 397. Grüne Hornblende, zusammen mit Augit, Edenville, N. Y.
262. Fellenberg, L. R. v.: Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1870. 712; dies. Jahrb. 1872. I. 173. Nephrit; Onot, Berg Botogol, Gouvernement Irkutsk, Sibirien.
263. — Verhdl. d. Schweiz. Naturf. Ges. Solothurn. **53**. 1869. 89. Nephrit von Neu-Seeland.
*264. Liversidge: The Minerals of New South-Wales, 4d ed. Sidney 1882. Zeitschr. f. Krist. 8. 1884. 89. Asbest von Cow Flat. Es fehlt die Bestimmung der Alkalien; auffallend viel R_2O_3 gegen RO.
265. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. Schieferschwarzblaue Hornblende, „Edenit", in Kalk; Milltown, Glen Urquhart, Schottland. Strahlstein nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 599.
266. Segar, H. bei C. F. Rammelsberg: Handb. d. Min.-Chem. 1875. 400. Tremolitasbest; Zillertal, Greiner, Tirol.
267. Fellenberg, L. R. v.: Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1865. 112. Schwärzlichgrüner Nephritkeil; Meilen am Züricher See.
268. Adams, F. D. und B. J. Harrington: Amer. Journ. of Sc. [4.] **1**. 1896. 210. Hornblende aus Nephelinsyenit: Dungannow, Hastings Co., Canada. Ähnlich dem Syntagmatit-Molekül.
269. Rammelsberg, C. F.: Handb. d. Min.-Ch. 1875. 396. Asbestartiger grüner Strahlstein, mit Epidot; Sulzbachtal, Pinzgau.
270. Fellenberg, L. R. v.: Wie No. 253. Nephrit von Gulbagaschen, Turkestan.
271. Rhein, G. A.: Wie No. 22. Grüne Hornblende, in Serpentin vom Rauental bei Markirch, Elsaß.
272. Clarke, F. W. und G. P. Merrill: Proceed. U. S. Nat. Mus. **11**. 1888. 115. Fast schwarzer Nephrit, Alaska, Point Barrow.
273. Galkin, X.: Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIX. 1910. 694. Hornblende aus Hornblendebasalt vom kleinen Suchenberg, südwestlich Spahl, Rhön.
274. Heddle, F.: Mineral. Mag. a. Journ. Min. Soc. London. **2**. 1878. No. 8. 9; No. 10. 106; Zeitschr. f. Krist. **3**. 1879. 336. Grüne Hornblende in Schiefer, Insel Fetlar, Schottland.
275. Fellenberg, L. R. v.: Mitt. Naturf. Ges. Bern. 1865. 112. Ölgrüner Nephritkeil; Concise am Neuenburger See.
276. Beljankin, D.: Mitt. von P. v. Tschirwinsky an C. Doelter, zitiert nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 630. „Hudsonit" aus Nephelinsyenit, Ilmengebirge, Ural. Enthält viel FeO und Al_2O_3, sowie Alkalien.
277. Heddle, F.: Miner. Magaz. **2**. 1878. No. 10. 106. Zeitschr. f. Krist. **3**. 1879. 332. Schwarze Hornblende mit Anorthit in Diorit, Insel Fetlar, Schottland.

278. Heddle, F.: Transact. Roy. Soc. Edinb. **28**. 1878. 453. Zeitschr. f. Krist. **3**. 1879. 336. Hellgrüner Strahlstein; Gang an der Küste von Nidister, Hillswich, Shetlands.
279. — Ebendort. Tremolit in Kalk; von Milltown, Glen Urquhart, Schottland.
280. — Ebendort. Grünlichschwarze Hornblende aus Tuff von Elie, Schottland.
281. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 242. Dunkelgrüner Aktinolith, in Talk; Greiner, Tirol; Mittel aus zwei Analysen.
282. Rammelsberg, C. F.: Pogg. Ann. **103**. 1858. 447. Schwarze Hornblende, Philipstad, Norwegen.
283. Harrington, B. J.: Transact. Roy. Soc. Can. **3**. 1890. 61; zitiert nach Hintze, Handb. d. Min. II. 1249. Nephrit am oberen Lewes River, Brit. Col., nahe der Grenze von Alaska.
284. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Wie No. 281. Dunkle Hornblende von Renfrew, Ontario. Mittel aus zwei Analysen. Reich an Fluor, alkalihaltig.
285. Sauer, A.: Zeitschr. d. D. Geol. Ges. **40**. 1888. 138. Riebeckit, in Granit von der Insel Socotra, an der Ostküste Afrikas vor Kap Guardafui; Kontrollanalyse ergab etwas abweichende Werte für Ca O, Fe O und Fe_2O_3.
286. Traube, H.: Dies. Jahrb. Beil.-Bd. III. 1885. 412. Nephrit von Jordansmühle, Schlesien. Aus Pyroxen durch Uralitisierung gebildet.
287. Fellenberg, L. R. v.: Verhdl. d. Schweiz. Naturf. Ges. Solothurn. **53**. 1869. 89. Nephrit, eine Katze darstellend; angeblich aus dem Orient.
288. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. sc. phys. et nat. Genève. **23**. 506. 1907. Hornblende von Plauen, Sachsen.
289. Palache, Ch. und C. H. Warren: Zeitschr. f. Krist. **49**. 1912. 349. Riebeckit in Granitpegmatit von Quiney, Mass. Fluorhaltig; der hohe K_2O-Gehalt wird von dem Verf. selbst bezweifelt.
290. Harrington, B. J.: Transact. Roy. Soc. Can. **3**. 1890. 61; zitiert nach Hintze. II. 1249. Blaßgrüner Nephrit vom Fraser River-Tal, Canada.
291. Breidenbaugh, E. A.: Amer. Journ. of Sc. [3.] **6**. 1873. 261. Aktinolith von Tilly Forster, Iron-Mine bei Brewster, N. Y.
292. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 245. Aktinolith von Pierrepont, St. Lawrence Co., N. Y. Fluorhaltig. Mittel aus zwei Analysen.
293. Wie No. 292. Aktinolith von Kragerö, Norwegen; Mittel aus zwei Analysen. Fluorhaltig.
294. Patterson, L. G. bei W. G. Brown: Amer. Chem. Journ. **6**. 1885. 172; Zeitschr. f. Krist. **13**. 1888. 77. Amphibol aus dem Tunnel der Chesapeake—Ohio-Railway, Nelson Co., Virginia.
295. Hoffmann, W. bei A. Knop: Ann. Chem. Pharm. **110**. 1859. 363. Strahlsteinähnlicher Amphibol, „Waldheimit"; in Serpentin von Waldheim, Sachsen. Merkwürdig ist der hohe Gehalt an Alkalien, dabei nur wenig R_2O_3.

296. Hoffmann, G. Ch.: Ann. Rep. Geol. Surv. Can. **6** R. 1892/3. 9. Zeitschr. f. Krist. **28**. 1897. 322. Schwarzgrüne Hornblende von Foster's Bar, Fraser River, Brit. Col.

297. Hillebrand, W. F. bei F. W. Clarke: Bull. U. S. Geol. Surv. **419**. 1910. 267. Hornblende aus Quarzdiorit; Tioga Road, Mt. Hoffmann, Calif.

298. Fellenberg, L. R. v.: Dies. Jahrb. 1869. 231; wie No. 253. Nephrit von Gulbagaschen, Turkestan.

299. Nykopp, A. bei F. J. Wiik: Finld. Min.; Zeitschr. f. Krist. **7**. 1883. 79. Amphibol von Hermala auf Lojo, Finnland. Aktinolith.

300. Schafhäutl: Ann. Chem. Pharm. **46**. 1843. 338. Ringstein aus Nephrit; genauer Fundort unbekannt; orientalischen Ursprungs.

301. Slavsky ,B.: Ann. de l'Inst. d. Min. **7**. No. 2124; Mitt. v. P. v. Tschirwinsky, zitiert nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 622. Hornblende aus Hornblendefels von der Zarewo-Alexandrowsky-Goldseife bei Miask, Ural.

302. Penfield, S. L. und F. C. Stanley: Zeitschr. f. Krist. **43**. 1907. 250. Grünlichschwarze Hornblende von Monte Somma; Mittel aus zwei Analysen.

303. Flink, G.: Bih. t. K. Sv. Akad. Handl. Stockh. **13**. II. 1888. No. 7. 75. Hornblende von Nordmarken, Schweden. Es fehlt die Bestimmung des Wassers.

304. König, G. A.: Zeitschr. f. Krist. **1**. 1878. 431. Arfvedsonit in Syenit von El Paso Co., Colorado.

305. Michaelson, C. A.: Oefvers. Akad. Stockh. **20**. 1863. 196; Journ. f. prakt. Ch. **91**. 1864. 221. Blaßgrüner Tremolit in Talkschiefer von Fahlun, Schweden.

306. Duparc, L. und Th. Hornung: Arch. sc. phys. et nat. Genève. **23**. 1907. 3. Hornblende von den Julier Alpen, aus Granit.

307. Knop, A.: Ann. Chem. Pharm. **110**. 1859. 363. „Waldheimit", aktinolithartige Hornblende in Serpentin von Waldheim, Sachsen. Enthält sehr wenig R_2O_3 neben viel Alkali.

308. Fellenberg, L. R. v.: Mitt. Naturf. Ges. Bern 1865. 112. Schwärzlichgrüner Nephritkeil von Meilen, am östlichen Ufer des Züricher Sees. Es fehlt die Bestimmung von R_2O_3.

309. Le Chartier bei Des Cloizeaux: Nouv. Rech. 1867. 117; zitiert nach E. S. Dana, Syst. of Min. 6th ed. 1892. 395. Cummingtonit von Kongsberg, Norwegen. Amphibol-Anthophyllit nach Doelter, Handb. d. Min.-Ch. II, 1. 590.

310. Baskerville, Ch. bei J. N. Lewis: Transact. Amer. Inst. Min. Eng. **25**. 1896. 882; Zeitschr. f. Krist. **31**. 1899. 291. Smaragdit.

311. Evans, N. N.: Journ. of Geol. **11**. 1903. 239. Hornblende von Mt. Johnson, Monteregion Hills, Quebec.

312. Janovsky, J.: Ber. D. Chem. Ges. 1873. 123. Arfvedsonitähnliche Hornblende aus Syenit von Kikkertarsursurok, Grönland.

313. Lovisato, D.: Rendic. R. Accad. Lincei. (5.) **21**. 1912. 109. Anal. Manis. Strahlstein vom Monte Plebi bei Terranova, Pausania Sardinien.

314. Fikentscher: Journ. f. prakt. Ch. **89**. 1863. 459. Smaragdit, wohl aus Diallag entstanden, aus Blöcken vom Ufer des Genfer Sees.
315. John, C. v. bei C. v. John und Fr. Kossmat: Zeitschr. f. prakt. Geol. **13**. 1905. 320. Dannemorit, Kopatakagraben bei Macskamezö, Ungarn.
316. John, C. v.: Ebendort. Dannemorit, Kopatakagraben bei Macskamezö, Ungarn.
317. — Ebendort. Dannemorit, Frintura-Tagbau, Macskamezö, Ungarn.
318. Bodewig, C.: Pogg. Ann. **158**. 1876. 228. Glaukophan, in Gneis, Zermatt.
319. Lüdecke, O.: Zeitschr. D. Geol. Ges. **28**. 1876. 253. Glaukophan, Insel Syra, Cycladen.
320. Hezner, L. bei A. Osann: Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Heidelberg. A. 1912. Abhdl. 23. Holmqvistit, ein Lithium-Glaukophan, in Pegmatit, Nyköpinggrube, Utö, Schweden.
321. Forsberg bei W. C. Brögger: Zeitschr. f. Krist. **16**. 1890. 428. Änigmatit, Naujakasik, Grönland.
322. Flink, G. bei W. C. Brögger: Ebendort. 412. Barkevikit, Barkevik, Norwegen.
323. Bertolio, S.: Boll. R. Com. Geol. Ital. 1896. 405; Zeitschr. f. Krist. **30**. 1899. 201. Arfvedsonit, San Pietro, Sardinien.
324. Förstner, H.: Zeitschr. f. Krist. **5**. 1881. 348. Cossyrit, Insel Pantelleria.
325. Schluttig, E.: Zeitschr. f. Krist. **13**. 1888. 73; Dissert. Leipz. 1884. Glaukophan, aus Glaukophan-Glimmerschiefer von der Insel Groix, Bretagne; Pointe des Chats.
326. Colomba, L. bei F. Zambonini: Dies. Jahrb. 1906. II. 122. Glaukophan aus Kalkstein, Beaume, Piemont.
327. Hezner, L. bei U. Grubenmann: Rosenbusch-Festschrift. 1906. 12. Glaukophan, ähnlich Crossit von Berkeley; Lavintzie, Val de Bagne, Wallis.
328. Washington, H. S.: Amer. Journ. of Sc. [4.] **11**. 1901. 40. Glaukophan, sehr rein, Insel Syra.
329. Blasdale, W. C.: Bull. Dept. Geol. Inst. Univ. Calif. **2**. 1901. 327. Glaukophan aus Schiefer; San Pablo, Calif.
330. Zambonini, F.: Dies. Jahrb. 1906. II. 121. Glaukophan; Rocca Bianca, Susatal.
331. Berwerth, F.: Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. **85**. (1.) 1882. 185. Glaukophan, in Gneis, Zermatt. Vgl. No. 318.
332. Chester, A. H. und F. J. Crains: Amer. Journ. of Sc. [3.] **34**. 1887. 108. Krokydolith, Cumberland, Rhode Island.
333. — Ebendort. Krokydolith, Cumberland, Rhode Island.
334. Ebendort. p. 116. Krokydolith, Oranje River, Südafrika.
335. Rosenbusch, H.: Elem. d. Gesteinsl. 3. Aufl. 1910. 83. Riebeckit, aus Alkaligranit, Cap Ann, Mass.
336. Söllner, J.: Zeitschr. f. Krist. **46**. 1909. 539. Cossyrit aus Pantellerit, Cuddia Mida, Insel Pantelleria.

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	Ca O	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	MgO + FeO + MnO	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
1	39,69	19,53	12,49	25,02	3,04	10,38	— 11.57	14,02	— 2,93
2	29,41	18,16	17,77	30,39	4,24	5,88	— 6,57	6,08	— 6,42
3	47,23	7,49	1,17	37,22	6,91	21,30	— 19,39	24,70	— 15,99
4	49,17	12,42	2,23	33,39	2,76	18,88	— 16,02	24,12	— 10,77
5	49,82	12,29	0,47	32,41	5,04	19,75	— 16,81	25,98	— 10,58
6	45,80	12,32	6,48	29,79	5,66	17,75	— 12,36	20,84	— 9,27
7	47,08	12,04	—	32,69	8,24	19,10	— 17.81	25,65	— 11,26
8	49,67	—	0,63	43,80	5,97	26,40	— 22,94	26,07	— 23,28
9	51,55	13,17	0,60	29,42	5,27	20,25	— 15,18	26,86	— 8,57
10	38,96	12,37	9,41	24,92	14,29	15,51	— 9,06	17,25	— 7,33
11	48,29	20,06	1,04	27,28	3,33	14,59	— 13,58	24,44	— 3,78
12	46,76	11,17	0,94	30,62	10,50	19,87	— 16,58	25,60	— 10,86
13	48,03	11,76	0,45	30,43	9,26	20,07	— 16,61	26,36	— 10,32
14	48,80	13,41	5,32	30,89	1,62	17,98	— 12,00	22,10	— 8,88
15	52,75	10,70	5,62	24,74	6,17	22,42	— 10,21	25,12	— 7,50
16	51,24	0,97	4,78	27,53	15,55	29,78	— 13,49	27,47	— 15,75
17	51,23	11,81	1,71	35,21	—	19,71	— 16,75	24,76	— 11,70
18	51,83	13,87	11,57	20,93	1,78	19,34	— 4,76	20,51	— 3,58
19	50,37	10,38	3,37	32,66	3,26	20,68	— 15,11	24,30	— 11,49
20	49,93	11,51	8,82	21,82	7,96	20,86	— 7,06	22,32	— 5,61
21	43,89	11,68	6,69	24,31	13,40	18,60	— 10,17	21,48	— 7,29
22	48,33	15,19	11,51	21,63	3,35	17,12	— 5,24	19,04	— 3,32
23	48,68	2,58	1,54	30,90	16,28	27,54	— 17,55	28,16	— 16,93
24	46,73	18,53	0,40	29,27	5,09	14,86	— 15,20	24,41	— 5,66
25	51,40	10,34	0,91	36,83	0,53	20,65	— 18,06	25,38	— 13,33
26	50,21	12,08	0,22	33,29	4,16	19,91	— 17,26	26,10	— 11,07
27	48,58	12,00	0,76	32,18	6,50	19,58	— 16,80	25,58	— 10,79
28	50,06	13,25	3,58	31,98	1,15	18,63	— 14,35	23,51	— 9,47
29	40,34	11,69	9,52	29,98	8,44	15,66	— 11,16	16,84	— 9,98
30	48,39	10,00	1,20	33,01	7,44	20,77	— 17,19	25,50	— 12,45
31	50,60	13,73	2,72	29,49	3,48	19,05	— 13,89	24,76	— 8,18
32	63,42	5,77	14,11	11,29	5,43	30,49	+ 1,50	26,08	— 2,92
33	49,60	12,28	0,46	31,37	6,30	19,92	— 16,47	26,24	— 10,15
34	50,52	12,59	0,80	31,98	4,14	19,78	— 16,27	25,91	— 10,09
35	48,66	13,32	1,79	28,73	8,47	18,74	— 14,73	25,05	— 8,42
36	57,04	16,24	3,98	22,73	—	20,40	— 9,38	26,53	— 3,25
37	47,94	29,31	3,92	15,83	2,98	9,59	— 6,15	22,69	+ 6,95
38	49,65	2,53	2,19	44,04	1,62	23,92	— 21,28	24,10	— 21,10
39	44,69	6,72	17,48	25,04	6,08	20,17	— 4,04	14,49	— 9,72
40	50,18	0,58	3,31	33,52	12,38	28,42	— 17,15	26,86	— 18,71

III.		I'.		II'.		III'.		
x_3	y_3	x'	y'	x''	y''	b'	c'	d'
7,45	+ 3,65	36,31	+ 11,63	52,32	10,99	54,54	27,34	17,89
— 0,49	+ 0,20	39,60	+ 18,23	59,56	15,57	45,59	33,95	20,42
5,31	+ 3,40	36,48	+ 1,09	48,76	5,69	62,13	16,07	21,81
8,11	+ 5,25	37,38	+ 1,28	48,31	3,54	64,44	17,50	18,03
9,17	+ 6,23	36,50	— 0,22	47,46	3,90	64,72	15,37	19,94
8,48	+ 3,09	34,41	+ 4,75	48,18	8,58	59,84	20,52	19,70
7,84	+ 6,56	36,49	+ 0,38	48,85	5,83	61,99	14,91	23,15
3,13	— 0,34	35,78	— 0,16	47,11	4,68	64,27	15,23	20,57
11,68	+ 6,62	34,77	— 0,92	45,53	4,16	65,75	14,80	19,47
8,19	+ 1,74	30,45	+ 8,39	49,15	16,77	51,39	21,84	26,72
10,86	+ 9,85	38,63	+ 0,95	49,53	3,52	64,07	16,82	19,11
9,02	+ 5,73	34,10	+ 0,78	47,51	8,09	60,69	14,87	24,43
9,75	+ 6,29	34,43	+ 0,10	47,05	6,87	62,09	14,51	23,32
9,10	+ 4,13	36,11	+ 3,25	47,77	4,91	63,57	20,09	16,39
14,92	+ 2,71	28,93	+ 1,19	41,34	8,34	64,56	17,43	17,98
13,98	— 2,26	23,29	+ 0,37	38,67	14,38	60,74	14,28	25,05
8,01	+ 5,05	38,39	+ 0,40	47,88	12,16	66,90	17,38	15,67
15,75	+ 1,18	28,41	+ 5,32	41,48	9,44	63,43	23,17	13,38
9,19	+ 3,63	35,26	+ 1,32	46,36	4,69	64,72	17,72	17,61
15,26	+ 1,46	27,21	+ 3,97	41,72	11,86	61,04	19,93	19,07
11,32	+ 2,88	29,40	+ 4,85	46,04	14,21	55,89	18,69	25,40
13,80	+ 1,92	30,00	+ 6,65	44,26	10,52	60,60	23,78	15,62
10,61	+ 0,62	27,32	— 0,52	42,39	12,60	59,84	12,70	27,44
9,20	+ 9,55	39,02	+ 1,09	50,55	3,89	62,66	16,33	21,02
7,32	+ 4,73	38,48	— 0,17	47,90	10,32	67,12	16,63	16,25
8,84	+ 6,20	36,99	— 0,43	47,56	3,10	65,33	15,34	19,28
8,79	+ 6,01	36,03	+ 0,33	47,81	5,13	63,31	15,49	21,23
9,16	+ 4,88	36,93	+ 1,80	47,60	3,35	65,14	18,66	16,23
5,68	+ 1,18	34,02	+ 8,49	50,65	12,70	54,23	23,41	22,33
8,32	+ 4,74	35,09	+ 5,46	47,33	6,11	62,73	15,54	21,78
10,87	+ 5,71	35,28	+ 1,08	46,32	4,38	65,01	17,13	17,89
27,57	— 4,41	13,92	+ 1,25	26,84	13,84	69,11	19,80	11,12
9,77	+ 6,32	35,61	— 0,26	47,03	4,78	64,15	15,01	20,85
9,70	+ 6,13	36,32	— 0,24	47,04	3,49	65,38	15,66	19,00
10,32	+ 6,31	34,31	+ 0,64	47,19	7,27	62,68	15,81	22,49
17,16	+ 6,13	31,79	— 0,90	40,96	2,82	70,03	16,97	12,99
16,54	+ 13,10	36,83	+ 2,71	48,59	4,88	62,99	18,97	18,03
2,82	+ 0,18	38,03	+ 1,17	48,48	2,70	65,17	17,71	17,14
10,46	— 5,68	36,48	+ 11,20	43,54	16,66	55,28	28,07	16,67
9,71	— 1,56	27,83	+ 0,38	41,95	11,10	61,55	14,68	23,75

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	CaO	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	$MgO + FeO + MnO$	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
41	48,02	11,36	0,94	30,02	9,68	20,59	— 16,08	26,06	— 10,61
42	48,20	12,46	4,19	32,59	2,62	18,34	— 14,57	22,59	— 10,32
43	48,13	11,83	4,31	31,68	4,09	18,93	— 14,04	22,63	— 10,34
44	52,37	1,01	9,58	30,28	6,83	27,53	— 11,06	22,90	— 15,69
45	43,59	17,16	9,04	30,25	—	18,20	— 10,44	17,08	— 6,56
46	50,57	13,03	—	35,39	0,99	18,98	— 17,87	25,56	— 11,29
47	54,00	—	0,45	42,99	2,57	27,71	— 21,82	27,48	— 22,05
48	37,17	0,66	1,48	27,31	33,32	27,41	— 19,39	26,79	— 20,01
49	43,49	12,20	—	36,03	8,31	17,09	— 19,65	23,73	— 13,01
50	48,17	11,75	0,45	31,67	8,01	19,79	— 16,96	25,94	— 10,82
51	48,57	11,87	—	31,51	8,01	19,94	— 17,15	26,40	— 10,69
52	47,89	11,31	0,91	31,12	8,78	20,09	— 16,56	25,78	— 10,86
53	46,50	12,37	—	37,53	3,58	17,71	— 19,48	24,13	— 13,06
54	47,78	12,21	0,68	30,81	8,57	19,45	— 16,46	25,75	— 10,16
55	46,97	11,86	0,51	31,69	8,99	19,30	— 17,12	25,54	— 10,88
56	48,49	13,20	1,25	30,71	6,34	18,83	— 15,73	25,21	— 9,35
57	44,42	11,94	6,06	30,68	6,86	17,47	— 13,20	20,63	— 10,05
58	49,90	11,85	2,25	30,29	5,72	20,42	— 14,87	25,50	— 9,79
59	46,73	13,03	6,01	24,42	9,81	18,69	— 10,51	22,58	— 6,62
60	44,44	11,03	11,09	18,10	15,32	19,75	— 3,98	19,70	— 4,03
61	50,84	12,01	0,31	32,91	3,91	20,25	— 16,96	26,33	— 10,88
62	48,17	10,41	7,99	29,27	4,13	19,71	— 11,12	20,98	— 9,84
63	43,45	12,94	10,26	26,77	6,66	16,33	— 8,84	17,77	— 7,41
64	44,59	12,15	0,43	35,82	6,99	17,44	— 19,04	23,74	— 12,73
65	48,64	11,52	0,41	32,08	7,32	20,00	— 17,09	25,97	— 11,12
66	50,28	11,54	0,74	33,40	3,96	20,19	— 17,02	25,82	— 11,40
67	51,74	12,98	1,73	31,04	2,54	19,86	— 15,03	25,64	— 9,25
68	47,93	11,66	0,28	32,69	7,44	19,61	— 17,51	25,75	— 11,37
69	47,08	11,88	10,93	29,23	0,92	17,68	— 9,23	18,19	— 8,73
70	49,85	8,74	1,96	37,14	2,28	21,03	— 17,98	24,50	— 14,51
71	48,43	12,25	0,10	30,34	8,86	19,87	— 16,59	26,53	— 9,93
72	43,00	14,06	11,09	28,19	3,60	15,02	— 8,87	16,57	— 7,32
73	42,77	13,35	13,59	23,83	6,49	15,72	— 5,48	15,58	— 5,62
74	51,22	12,99	0,78	33,10	1,90	24,44	— 16,48	25,67	— 10,25
75	51,66	11,49	1,95	29,57	5,32	21,25	— 14,57	26,28	— 9,54
76	50,62	13,17	0,18	34,86	1,18	18,94	— 17,55	25,50	— 10,98
77	51,99	6,92	3,76	26,41	10,88	25,31	— 12,73	27,09	— 10,95
78	49,53	13,83	0,07	28,84	7,68	24,36	— 15,59	26,81	— 8,14
79	48,51	11,38	1,06	29,73	9,36	20,46	— 15,82	26,16	— 10,12
80	50,01	23,07	0,08	26,40	0,44	13,53	— 13,21	25,07	— 1,67

III.		I'.		II'.		III'.		
x_3	y_3	x'	y'	x''	y''	b'	c'	d'
9,98	+ 5,48	33,77	+ 0,32	46,69	7,51	61,81	14,73	23,47
8,02	+ 4,25	36,79	+ 2,79	48,46	4,82	63,22	19,21	17,64
8,59	+ 3,70	35,54	+ 2,72	47,72	5,96	62,63	18,81	18,59
11,84	— 4,63	25,52	+ 3,45	39,50	11,61	62,80	20,01	17,26
6,64	— 3,88	38,70	+ 7,74	51,93	6,39	59,39	24,84	15,80
7,70	+ 6,58	39,49	— 0,36	48,92	0,71	66,71	16,14	17,13
5,66	— 0,24	35,08	— 1,78	44,51	2,15	68,33	14,78	16,90
7,40	— 0,62	22,81	+ 2,23	45,37	24,61	46,49	10,80	42,64
4,08	+ 6,64	39,40	+ 1,93	52,39	5,88	59,57	16,08	24,39
8,98	+ 6,15	35,40	+ 0,17	47,66	6,00	62,67	14,92	22,48
9,25	+ 6,46	35,41	— 0,25	47,39	5,66	63,03	14,46	22,47
9,23	+ 5,70	34,59	+ 0,46	47,28	6,86	62,03	15,05	22,92
4,65	+ 6,42	40,71	+ 1,12	51,69	2,53	63,13	16,63	20,21
9,29	+ 6,31	35,09	+ 0,40	47,65	6,55	62,12	15,02	22,91
8,42	+ 6,24	35,51	+ 0,62	48,31	6,73	61,49	15,03	23,51
9,48	+ 6,38	35,81	+ 0,65	47,71	5,38	63,13	15,89	20,98
7,43	+ 3,16	34,77	+ 4,99	49,08	9,14	58,63	20,27	21,07
10,63	+ 5,08	34,39	+ 0,65	46,13	5,64	63,95	16,30	19,77
12,08	+ 3,89	30,57	+ 3,64	45,37	11,20	59,21	18,49	22,29
15,72	— 0,05	23,79	+ 6,81	42,34	18,69	54,15	20,80	25,03
9,37	+ 6,08	36,67	— 0,62	47,04	3,00	65,81	15,28	18,88
9,87	+ 1,28	32,38	+ 9,79	45,75	8,58	61,40	21,22	17,36
8,93	+ 1,44	32,42	+ 7,73	48,17	11,96	56,69	23,50	19,90
4,71	+ 6,31	36,70	+ 1,83	51,69	5,26	60,58	16,42	22,98
8,88	+ 5,97	35,58	+ 0,02	47,47	5,47	63,17	14,94	21,85
8,80	+ 5,63	36,68	— 0,15	47,29	3,32	65,26	15,72	18,94
10,61	+ 5,78	35,96	— 0,09	46,16	3,03	66,41	16,40	17,21
8,24	+ 6,14	36,18	+ 0,24	48,21	5,46	62,71	15,06	22,22
8,96	+ 0,51	33,51	+ 7,14	47,03	8,38	60,78	24,63	14,62
6,52	+ 3.47	37,48	+ 0,89	48,00	3,00	65,14	17,25	17,57
9,44	+ 6,66	34,79	— 0,23	47,07	6,33	62,63	14,30	23,06
7,70	+ 1,55	34,51	+ 8,72	49,60	10,39	57,08	25,17	17,68
10,10	— 0,14	30,38	+ 9,86	47,23	14,21	55,16	25,98	18,88
9,20	+ 6,23	37,60	— 0,32	47,43	1,90	66,58	16,14	17,26
11,71	+ 5,04	33,50	— 0,24	44,70	5,15	65,35	15,64	19,01
7,96	+ 6,56	39,22	— 0,29	48,71	0,96	66,63	16,19	17,19
14,37	+ 1,78	27,22	— 0,01	40,65	10,35	63,10	14,87	21,99
11,22	+ 7,45	34,83	— 0,59	46,55	5,49	63,75	14,29	21,90
10,34	+ 5,70	33,53	+ 0,21	46,32	7,37	62,21	14,76	23,06
11,87	+ 11,54	40,39	— 0,01	49,73	0,37	66,50	16,57	16,93

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	CaO	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	$MgO + FeO + MnO$	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
81	45,31	14,49	11,73	26,52	1,99	15,75	— 7,86	17,47	— 6,15
82	50,24	13,18	2,42	33,09	1,07	18,74	— 15,48	24,18	— 10,04
83	49,90	12,16	0,33	33,39	4,23	19,72	— 17,24	25,89	— 11,07
84	49,56	10,13	1,83	31,11	7,40	21,28	— 15,65	25,62	— 11,30
85	48,77	15,97	9,56	22,86	2,88	16,89	— 6,83	20,18	— 3,54
86	48,29	12,59	—	31,56	7,49	19,32	— 17,05	26,13	— 10,24
87	49,62	11,75	2,53	27,32	8,77	20,75	— 13,58	25,82	— 8,51
88	52,22	11,28	3,19	32,38	0,95	20,68	— 14,72	24,76	— 10,64
89	47,70	11,76	—	40,52	—	17,97	— 20,26	23,85	— 14,38
90	50,58	12,52	1,91	29,73	5,24	20,09	— 14,69	25,69	— 9,09
91	49,34	12,66	0,14	36,88	0,96	18,52	— 18,54	24,84	— 12,22
92	50,34	14,93	—	34,78	—	17,73	— 17,39	25,19	— 9,93
93	52,27	11,76	4,73	31,25	—	20,26	— 13,26	23,77	— 9,75
94	43,29	11,78	9,10	29,17	6,68	16,88	— 10,75	18,31	— 9,32
95	42,71	12,86	8,53	29,33	6,52	15,98	— 11,14	18,30	— 8,82
96	44,87	12,30	7,24	26,89	8,72	17,84	— 10,77	20,61	— 8,00
97	42,98	12,29	6,83	33,39	4,49	16,07	— 13,92	18,93	— 11,06
98	49,16	12,53	0,20	32,31	5,79	19,45	— 17,04	25,99	— 10,49
99	49,09	7,82	2,52	34,90	5,60	21,85	— 17,17	24,66	— 14,37
100	50,78	11,55	1,58	31,01	5,13	20,67	— 15,51	25,92	— 10,26
101	49,11	12,28	0,52	30,03	8,05	19,99	— 16,03	26,42	— 9,61
102	49,65	15,22	—	35,20	—	17,22	— 17,60	24,83	— 9,99
103	46,39	11,73	1,06	31,70	9,16	19,06	— 16,87	24,93	— 11,00
104	50,74	12,69	0,93	32,51	3,09	19,61	— 16,30	25,69	— 10,22
105	38,53	14,46	8,69	27,99	10,32	13,42	— 10,76	16,63	— 7,54
106	47,37	11,49	0,67	30,37	10,15	19,98	— 16,51	26,01	— 10,48
107	48,17	12,48	2,52	29,01	7,80	19,33	— 14,36	24,74	— 8,95
108	51,71	16,30	2,73	29,27	—	17,70	— 13,27	24,49	— 6,49
109	49,90	12,93	—	32,68	4,48	19,36	— 17,11	26,13	— 10,34
110	46,26	14,74	11,78	22,91	4,33	16,49	— 10,80	18,03	— 4,26
111	47,37	11,83	0,99	30,68	9,10	19,54	— 16,35	25,50	— 10,39
112	47,99	10,42	0,77	31,96	8,88	20,61	— 17,11	15,91	— 11,81
113	41,37	10,62	9,68	24,93	13,40	17,76	— 8,81	18,31	— 8,26
114	46,89	8,69	7,78	27,93	8,69	20,95	— 11,04	21,44	— 10,55
115	47,32	12,92	—	31,58	8,17	18,74	— 17,19	25,78	— 10,16
116	49,29	20,67	2,56	23,61	3,82	14,87	— 10,92	24,25	— 1,54
117	49,38	12,64	0,04	31,24	6,68	19,69	— 16,72	26,43	— 9,98
118	44,21	10,77	0,25	32,68	12,10	19,07	— 18,44	25,05	— 12,46
119	42,76	12,70	8,68	25,10	10,78	13,83	— 9,24	19,06	— 6,96
120	41,28	11,93	7,24	28,30	11,30	16,56	— 11,88	19,19	— 9,25

III.		I'.		II'.		III'.		
x_3	y_3	x'	y'	x''	y''	b'	c,	d'
9,61	+ 1,72	33,48	+ 8,24	47,88	9,72	58,98	25,40	15,66
8,70	+ 5,44	37,24	+ 1,10	48,02	2,48	65,66	17,84	16,49
8,65	+ 6,18	37,19	— 0,23	47,84	3,24	65,08	15,51	19,41
9,98	+ 4,35	33,68	+ 0,38	45,86	6,52	63,31	15,58	21,15
13,35	+ 3,30	31,69	+ 5,30	45,05	8,80	61,71	22,50	15,82
9,08	+ 6,81	36,02	— 0,07	47,90	5,30	63,01	14,72	22,21
12,25	+ 5,07	31,88	+ 0,59	44,73	8,01	62,64	15,55	21,79
10,04	+ 4,08	35,64	+ 0,67	45,74	2,94	66,77	17,74	15,50
3,59	+ 5,88	38,91	+ 1,01	52,28	0	65,13	17,43	17,43
11,01	+ 5,60	34,49	+ 0,22	45,83	5,06	64,66	15,99	19,32
6,30	+ 6,33	40,41	+ 0,25	50,09	0,78	65,85	16,65	17,47
7,80	+ 7,47	40,60	— 0,15	49,71	0	66,91	16,57	16,57
10,51	+ 3,52	35,12	+ 1,59	45,38	3,35	66,61	19,07	14,34
7,56	+ 1,44	33,40	+ 7,17	48,84	11,16	56,94	22,75	20,33
7,16	+ 2,33	34,47	+ 7,14	49,72	10,65	56,77	22,59	20,58
9,84	+ 2,78	36,99	+ 5,24	47,17	11,29	57,93	20,30	21,78
5,02	+ 2,86	37,28	+ 6,29	51,34	8,02	58,21	22,06	19,72
8,96	+ 6,55	36,58	— 0,18	47,84	4,24	64,11	15,15	20,74
7,99	+ 2,81	34,91	+ 1,16	46,78	5,74	63,33	16,76	19,84
10,41	+ 5,25	34,79	— 0,04	45,92	4,75	64,97	15,77	19,32
10,39	+ 6,43	34,52	— 0,21	46,60	6,07	63,21	14,62	22,15
7,23	+ 7,61	41,17	+ 0,16	50,42	0	66,46	16,81	16,81
8,06	+ 5,87	35,45	+ 1,16	48,84	7,23	60,87	15,54	23,64
9,39	+ 6,08	36,88	— 0,17	47,21	2,84	65,81	16,00	18,16
5,88	+ 3,22	34,68	+ 8,62	51,96	13,45	52,68	22,84	24,47
9,50	+ 6,03	34,19	+ 0,41	47,27	7,65	61,32	14,62	24,10
10,38	+ 5,42	33,83	+ 1,32	46,65	7,20	62,00	16,35	21,63
11,21	+ 6,78	37,19	+ 0,74	46,94	1,94	66,90	17,92	15,19
9,02	+ 6,77	37,20	— 0,44	47,85	3,17	65,10	15,20	19,68
12,23	+ 1,54	35,71	+ 8,68	45,71	10,40	58,81	24,33	16,88
9,15	+ 5,96	34,69	+ 0,70	47,56	7,14	61,54	15,16	23,27
8,80	+ 5,30	34,60	+ 0,32	47,21	6,83	62,12	14,90	23,01
9,50	+ 0,55	29,01	+ 7,56	47,09	16,32	53,22	21,53	25,25
10,40	+ 0,49	29,88	+ 4,65	44,86	11,65	59,10	19,99	20,90
8,59	+ 7,04	36,30	+ 0,29	48,59	5,78	62,15	14,83	23,00
13,33	+ 9,38	36,30	+ 1,29	47,67	4,51	64,05	17,32	18,68
9,71	+ 6,74	35,83	— 0,44	48,24	4,75	64,01	14,67	21,31
6,61	+ 5,98	36,10	+ 1,34	49,63	8,74	58,69	14,73	26,57
9,87	+ 2,24	30,83	+ 6,72	47,53	13,75	55,36	21,28	23,38
7,31	+ 2,63	32,86	+ 6,62	49,50	13,10	54,69	20,65	24,71

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	CaO	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	$MgO + FeO + MnO$	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
121	42,32	15,99	8,40	33,35	—	13,17	— 12,48	16,96	— 8,68
122	60,92	13,58	2,98	22,50	—	23,67	— 9,76	28,97	— 4,46
123	46,68	11,48	0,59	30,93	10,31	19,61	— 16,91	25,69	— 10,83
124	53,22	12,13	0,20	33,30	1,12	20,76	— 16,73	26,81	— 10,71
125	48,80	12,53	0,49	31,87	6,33	19,37	— 16,72	25,79	— 10,30
126	45,69	16,28	10,72	25,62	1,75	14,95	— 7,61	17,78	— 4,78
127	50,56	13,17	0,82	34,47	1,00	18,88	— 16,99	25,12	— 10,75
128	61,61	0,54	7,29	9,51	20,97	38,68	— 1,35	34,35	— 5,68
129	50,86	12,16	3,09	29,69	4,15	20,17	— 13,89	24,90	— 9,15
130	47,32	11,78	0,44	31,76	8,72	19,46	— 17,16	25,67	— 10,95
131	46,63	11,48	0,68	31,30	9,88	19,53	— 17,00	25,52	— 11,01
132	40,23	12,84	3,89	29,38	13,68	15,87	— 14,97	21,27	— 9,57
133	48,87	12,58	0,41	31,55	6,61	19,44	— 16,67	25,95	— 10,16
134	49,68	14,08	1,73	31,57	2,93	18,36	— 15,38	24,71	— 9,04
135	49,99	14,07	4,66	29,23	2,04	18,31	— 12,55	23,12	— 7,74
136	52,38	15,76	—	31,90	—	18,31	— 15,95	26,19	— 8,07
137	48,50	12,42	0,10	30,69	8,33	14,67	— 16,68	26.39	— 9,96
138	50,84	13,23	0,58	35,35	—	18,81	— 17,39	25,13	— 6,06
139	50,85	10,76	6,42	25,40	6,57	21,49	— 10,15	23,79	— 7,85
140	45,41	13,57	10,61	26,27	4,13	16,60	— 8,17	18,14	— 6,63
141	51,10	24,42	0,78	23,73	—	13,34	— 11,48	25,16	+ 0,35
142	48,22	12,11	0,67	29,98	9,09	19,84	— 16,11	26,03	— 9,82
143	40,97	10,00	6,71	36,56	5,78	16,41	— 15,82	18,17	— 14,06
144	47,90	11,61	1,89	29,48	9,14	20,00	— 15,17	25,35	— 9,85
145	45,90	11,87	7,29	30,58	4,31	17,81	— 12,18	20,20	— 9,79
146	43,98	15,83	—	30,37	9,84	15,60	— 16,83	24,38	— 8,04
147	43,48	14,14	12,33	22,51	7,56	15,88	— 5,51	16,87	— 4,52
148	48,39	14,73	—	30,77	6,10	17,93	— 16,39	25,78	— 8,51
149	52,92	12,11	0,97	33,96	—	20,41	— 16,50	25,98	— 10,93
150	49,48	12,14	0,91	31,26	6,26	19,93	— 16,18	25,92	— 10,20
151	48,77	13,07	1,68	31,08	5,43	18,87	— 15,56	24,89	— 9,54
152	49,98	12,53	0,27	31,97	5,31	19,76	— 16,71	26,23	— 10,24
153	48,90	11,08	1,15	28,88	9,96	20,98	— 15,41	26,52	— 9,88
154	49,13	12,58	0,52	31,78	5,96	19,43	— 16,62	25,85	— 10,20
155	48,93	12,33	1,45	30,17	7,13	19,70	— 15,47	25,56	— 9,61
156	43,60	15,72	11,46	21,81	7,44	15,04	— 5,60	17,36	— 3,29
157	48,72	12,85	—	34,62	3,84	18,63	— 17,98	25,31	— 11,30
158	45,17	14,47	11,86	26,41	2,08	15,65	— 7,42	16,99	— 6,08
159	47,54	12,25	0,80	28,97	10,48	19,74	— 15,73	26,23	— 9,34
160	50,64	11,58	0,17	32,91	4,66	20,50	— 17,16	26,48	— 11,18

III.		I′.		II′.		III′.		
x_3	y_3	x′	y′	x″	y″	b′	c′	d′
4,49	+ 3,80	40,27	+ 7,94	53,54	5,94	58,77	24,85	16,45
19,21	+ 5,30	29,43	— 3,14	37,57	2,11	72,95	15,01	12,03
8,78	+ 6,08	34,60	+ 0,65	47,87	7,72	60,82	14,73	24,45
10,08	+ 6,03	37,08	— 1,42	46,09	0,93	68,36	15,34	16,26
9,07	+ 6,42	36,25	+ 1,00	47,82	4,84	63,60	15,24	21,13
10,18	+ 2,83	34,20	+ 7,44	48,14	8,82	59,66	24,69	15,72
8,13	+ 6,24	38,88	+ 0,08	48,60	13,57	66,44	16,70	16,88
33,01	— 4,33	8,20	— 3,38	24,18	19,99	64,96	10,64	24,32
11,02	+ 4,74	34,19	+ 0,86	45,48	5,13	64,81	17,04	18,10
8,51	+ 6,21	35,51	+ 0,45	48,12	6,48	61,83	14,95	23,23
8,52	+ 5,99	34,90	+ 0,76	48,06	7,47	60,89	14,94	24,14
6,30	+ 5,40	34,49	+ 4,89	51,01	12,44	54,30	17,96	27,75
9,28	+ 6,51	36,01	+ 0,42	47,64	4,96	63,58	15,12	21,32
9,33	+ 6,35	37,28	+ 0,76	47,99	3,31	64,90	16,95	18,15
10,58	+ 4,81	35,34	+ 2,30	46,65	4,73	64,42	19,09	16,47
10,24	+ 7,88	38,88	— 1,04	47,66	0	68,27	15,89	15,89
9,72	+ 6,72	35,20	— 0,20	47,33	5,96	62,87	14,47	22,70
7,75	+ 6,33	39,65	— 0,06	48,87	0,41	67,03	16,77	16,19
13,64	+ 2,31	29,49	+ 2,33	42,65	9,17	62,90	18,47	18,62
9,98	+ 1,54	32,51	+ 7,34	47,32	10,57	58,69	23,89	17,41
13,69	+ 11,82	39,32	— 0,07	48,54	0,55	67,15	16,83	16,05
10,02	+ 6,29	34,32	+ 0,15	46,97	6,92	62,25	14,70	23,12
2,35	+ 1,76	38,02	+ 6,97	52,81	8,84	56,49	22,23	21,30
10,18	+ 5,00	33,58	+ 0,94	46,61	7,71	61,60	15,59	22,84
8,02	+ 2,39	34,61	+ 5,30	48,25	8,20	60,05	21,44	18,46
7,56	+ 8,79	37,68	+ 1,55	51,15	7,00	59,38	15,40	25,24
11,36	+ 0,99	29,95	+ 8,75	46,60	14,06	55,70	24,55	19,78
9,39	+ 7,85	37,13	+ 0,04	48,55	4,31	63,56	15,17	21,27
9,48	+ 5,57	37,60	— 0,75	46,55	0,69	68,28	16,33	15,36
9,75	+ 5,99	35,43	+ 0,04	46,99	5,39	63,95	15,38	20,73
9,33	+ 6,03	36,01	+ 0,86	47,71	5,03	63,49	16,40	20,15
9,52	+ 6,47	36,31	— 0,42	47,30	3,96	64,81	15,10	20,14
11,11	+ 5,54	33,59	+ 0,02	45,52	7,86	62,22	14,47	23,28
9,23	+ 6,42	36,22	+ 0,02	47,60	4,58	63,92	15,31	20,75
10,09	+ 5,86	34,70	+ 0,48	46,80	6,08	63,10	15,62	21,30
11,76	+ 2,32	30,65	+ 8,24	46,98	13,36	56,11	23,97	19,95
7,33	+ 6,68	38,71	+ 0,15	49,39	2,72	64,54	15,82	19,66
9,57	+ 1,34	33,36	+ 8,34	47,85	9,86	58,80	25,49	15,71
10,40	+ 6,39	33,64	+ 0,37	46,86	7,97	61,28	14,54	24,22
9,32	+ 5,98	36,32	— 0,70	46,81	3,42	65,47	15,00	19,49

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	CaO	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	$MgO + FeO + MnO$	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
161	48,87	9,80	0,45	32,43	8,43	21,35	— 17,48	26,46	— 12,37
162	55,86	1,08	7,65	20,69	14,68	32,13	— 7,65	28,28	— 11,49
163	46,91	5,20	1,97	26,33	19,58	25,95	— 15,16	27,95	— 13,15
164	48,11	—	0,53	41,07	10,28	26,84	— 22,56	26,53	— 22,88
165	42,90	13,17	14,43	23,99	5,52	15,73	— 5,07	15,07	— 5,73
166	47,39	13,69	7,43	28,02	3,45	17,46	— 10,68	20,71	— 7,43
167	46,74	12,06	6,53	30,32	4,39	18,14	— 12,44	21,03	— 9,55
168	43,89	11,14	11,84	23,25	9,86	18,17	— 6,34	17,79	— 6,72
169	47,86	11,31	10,19	24,91	5,72	19,37	— 7,88	19,97	— 7,23
170	46,98	11,86	0,15	33,39	7,60	18,99	— 17,98	25,34	— 11,64
171	43,10	11,87	15,00	27,50	2,48	16,02	— 6,40	14,41	— 8,02
172	46,60	14,50	9,40	26,23	3,28	16,61	— 8,70	19,75	— 6,07
173	42,72	18,30	12,04	17,57	9,36	13,47	— 3,05	16,92	+ 0,41
174	44,73	13,64	9,96	28,70	3,00	16,04	— 9,66	17,93	— 7,77
175	41,57	12,20	4,36	27,12	14,74	17,24	— 13,36	21,83	— 8,76
176	51,22	6,16	0,92	34,92	6,80	24,19	— 18,23	27,00	— 15,42
177	48,85	15,55	9,28	26,38	—	16,65	— 8,55	19,79	— 5,42
178	48,37	19,02	1,41	27,57	3,61	15,24	— 13,57	24,37	— 4,44
179	48,30	12,21	3,12	31,66	4,75	18,96	— 10,20	23,72	— 10,20
180	43,78	13,88	10,60	27,12	4,63	15,67	— 8,67	17,39	— 6,96
181	38,82	19,95	3,08	24,57	13,57	10,89	— 12,42	20,67	— 2,64
182	45,71	12,74	9,03	28,11	4,42	17,24	— 9,98	19,18	— 8,04
183	48,89	12,83	0,64	30,57	7,06	19,40	— 16,09	25,96	— 9,53
184	48,52	10,93	1,17	30,11	9,27	20,72	— 15,96	26,10	— 10,58
185	54,36	15,58	6,47	20,28	3,36	20,05	— 7,20	24,81	— 2,44
186	51,18	9,81	0,15	35,00	3,82	21,54	— 18,12	26,56	— 13,10
187	47,86	11,70	1,16	29,93	9,39	19,96	— 15,89	25,80	— 10,06
188	47,95	11,17	0,10	31,17	9,60	20,35	— 17,17	26,47	— 11,05
189	40,56	12,65	8,71	28,01	10,09	15,53	— 10,74	17,39	— 8,55
190	38,51	12,46	10,49	25,97	12,60	14,89	— 8,86	16,03	— 7,72
191	38,23	12,21	9,96	27,51	12,11	14,78	— 9,98	16,07	— 8,70
192	43,87	10,42	10,12	30,38	5,22	17,66	— 10,70	17,81	— 10,54
193	52,70	12,68	1,63	32,39	0,61	20,12	— 15,46	25,68	— 9,91
194	48,88	11,77	1,01	32,77	5,58	19,66	— 16,81	25,36	— 11,13
195	48,42	8,25	1,24	33,12	8,96	22,08	— 17,52	25,92	— 13,68
196	39,20	12,85	10,25	28,11	9,57	14,55	— 9,87	15,99	— 8,43
197	45,91	11,21	0,86	32,17	9,82	19,28	— 17,38	25,02	— 11,63
198	46,80	10,77	0,23	30,00	12,23	20,55	— 16,96	26,55	— 10,96
199	48,29	11,46	0,28	32,07	7,88	19,98	— 17,25	26,05	— 11,18
200	49,60	12,50	1,02	33,35	3,52	19,23	— 16,75	25,17	— 10,82

III.		I′.		II′.		III′.		
x_3	y_3	x′	y′	x″	y″	b′	c′	d′
8,99	+ 5,11	34,43	— 0,18	46,68	6,29	62,95	14,53	22,51
20,64	— 3,85	45,63	— 1,08	32,94	15,80	63,12	14,91	21,94
12,80	+ 2,01	25,73	+ 0,29	42,31	15,24	57,42	12,48	30,09
3,97	— 0,32	33,50	— 0,01	46,48	7,67	61,80	14,22	23,97
10,00	— 0,66	30,32	+ 10,38	47,14	14,11	55,29	26,82	17,91
10,03	+ 3,25	34,03	+ 4,82	47,16	7,70	61,29	21,33	17,35
8,59	+ 2,89	34,60	+ 4,51	47,85	7,74	60,87	20,66	18,52
11,45	— 0,39	27,58	+ 8,06	45,24	15,34	55,35	23,30	21,32
12,15	+ 0,60	29,57	+ 5,88	44,18	11,26	59,93	22,26	17,79
7,36	+ 6,35	36,91	+ 0,57	49,13	5,49	62,06	15,23	22,68
8,01	— 1,62	32,13	+ 10,93	48,11	12,36	56,22	28,12	15,60
10,55	+ 2,64	33,23	+ 6,26	47,07	8,96	60,18	22,98	16,86
13,88	+ 3,45	29,28	+ 8,73	46,57	15,13	54,68	24,00	21,32
8,27	+ 1,89	34,58	+ 7,42	48,82	9,16	58,84	24,07	17,11
8,48	+ 4,60	32,10	+ 4,45	48,87	13,50	54,68	17,47	27,85
8,77	+ 2,81	33,52	— 0,77	44,94	5,46	64,91	14,61	20,49
11,24	+ 3,14	34,20	+ 5,57	46,57	6,56	62,83	23,26	13,98
10,80	+ 9,13	38,01	+ 1,07	49,11	3,56	63,90	16,94	19,14
8,76	+ 4,77	35,77	+ 1,92	47,81	5,57	62,92	17,74	19,37
8,72	+ 1,72	33,47	+ 8,00	48,62	10,77	57,45	24,27	18,30
8,25	+ 9,79	36,33	+ 5,08	52,85	11,78	53,66	17,92	28,41
9,20	+ 1,94	33,34	+ 6,32	47,58	9,52	59,33	22,65	18,04
9,87	+ 6,56	35,40	+ 0,06	47,25	5,44	63,36	15,11	21,53
10,14	+ 5,38	33,49	+ 0,27	46,26	7,38	62,20	14,85	22,95
17,62	+ 4,76	29,28	+ 1,26	40,78	6,95	66,31	18,42	15,31
8,44	+ 5,03	36,60	— 0,85	46,80	2,81	66,12	15,09	18,76
9,91	+ 5,84	33,97	+ 0,54	46,91	7,47	61,74	15,04	23,27
9,30	+ 6,12	34,57	— 0,10	47,19	6,86	62,06	14,21	23,71
6,98	+ 2,19	33,18	+ 7,78	50,07	13,30	54,11	22,26	23,64
7,17	+ 1,14	31,36	+ 9,36	49,98	16,34	51,32	23,30	25,41
6,09	+ 1,29	32,42	+ 9,25	50,76	15,61	51,47	23,20	25,35
7,12	+ 0,16	33,29	+ 7,63	48,47	10,84	57,47	23,72	18,82
10,22	+ 5,56	36,78	— 0,36	46,20	1,60	67,72	16,65	15,63
8,55	+ 5,70	36,33	+ 0,43	47,84	4,71	63,73	15,86	20,43
8,40	+ 3,85	33,78	+ 0,39	46,47	7,21	62,21	15,03	22,75
6,13	+ 1,94	33,42	+ 9,26	50,88	14,03	52,85	23,90	23,22
7,65	+ 5,74	35,39	+ 1,73	48,72	7,55	60,37	15,32	24,28
9,59	+ 6,00	33,27	+ 0,19	47,01	8,82	60,39	13,82	25,82
8,80	+ 6,08	35,52	+ 0,04	47,61	5,77	62,80	14,79	22,39
8,42	+ 5,94	37,42	+ 0,35	48,12	3,21	64,88	16,30	18,80

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	CaO	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	$MgO + FeO + MnO$	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
201	47,90	12,23	0,96	31,33	7,56	19,29	— 16,42	25,38	— 10,34
202	51,03	5,78	6,67	29,28	7,26	24,41	— 12,17	23,93	— 12,65
203	50,75	6,14	—	34,10	9,02	24,53	— 18,73	27,90	— 15,35
204	44,10	14,68	15,80	25,49	—	14,71	— 4,85	14,15	— 5,41
205	48,43	12,10	0,07	32,28	7,13	19,56	— 17,35	26,04	— 10,87
206	48,74	17,10	15,98	16,82	1,34	16,03	— 0,43	16,60	+ 0,15
207	50,13	1,92	—	46,46	1,51	24,45	— 23,58	25,43	— 22,60
208	43,32	9,43	2,18	31,49	13,60	19,63	— 16,99	23,86	— 12,76
209	43,95	14,43	12,46	29,14	—	14,76	— 8,34	15,75	— 7,36
210	48,22	11,42	2,17	30,18	8,01	20,01	— 15,22	25,03	— 10,20
211	50,45	13,33	1,53	34,66	—	18,56	— 16,57	24,46	— 10,67
212	44,37	14,62	12,12	28,94	—	14,88	— 8,41	16,13	— 7,16
213	42,69	14,51	11,31	27,30	4,22	14,71	— 8,35	16,38	— 6,68
214	50,64	12,94	0,35	32,45	3,55	19,59	— 16,65	26,11	— 10,12
215	44,39	12,73	8,47	25,43	8,99	17,36	— 9,32	19,68	— 7,00
216	47,82	5,45	4,43	32,34	9,95	23,53	— 15,49	24,10	— 14,92
217	52,03	12,79	0,66	33,39	1,07	19,85	— 16,52	25,98	— 10,44
218	49,07	10,99	12,88	21,81	5,19	20,10	— 4,72	19,10	— 5,72
219	45,05	13,25	8,17	28,03	5,51	16,82	— 10,53	19,52	— 7,84
220	48,70	11,35	2,83	29,57	7,55	20,20	— 14,45	24,81	— 9,84
221	46,49	11,29	0,35	29,79	12,15	20,03	— 16,73	26,25	— 10,51
222	48,53	11,90	0,09	31,91	7,53	19,82	— 17,23	26,21	— 10,84
223	49,04	11,83	0,75	31,92	6,50	19,89	— 16,69	25,83	— 10,74
224	47,32	12,10	0,03	32,59	7,95	19,13	— 17,67	25,69	— 11,11
225	43,15	10,73	4,31	28,69	13,11	18,68	— 14,00	22,34	— 10,34
226	50,39	11,07	0,16	33,59	4,82	20,65	— 17,55	26,37	— 11,83
227	46,57	12,74	4,20	25,54	10,95	19,00	— 11,99	23,80	— 7,20
228	44,62	12,89	6,30	32,70	3,50	16,44	— 13,68	19,85	— 10,27
229	50,95	12,71	—	33,17	3,20	19,73	— 17,13	26,30	— 10,56
230	43,79	10,08	4,95	31,98	9,19	18,56	— 14,89	21,38	— 12,07
231	40,62	12,64	6,48	27,88	12,39	15,96	— 12,21	19,48	— 8,68
232	50,16	13,52	0,56	32,90	2,84	18,85	— 16,64	25,51	— 9,98
233	44,50	0,77	10,55	38,24	5,91	23,24	— 14,71	18,04	— 19,92
234	47,22	16,23	1,01	32,42	3,12	16,00	— 16,70	23,85	— 8,35
235	44,39	12,94	6,95	27,21	8,53	17,19	— 11,09	20,46	— 7,81
236	47,50	11,51	—	32,30	8,67	19,69	— 17,70	26,00	— 11,39
237	48,20	11,41	0,12	32,64	7,68	19,92	— 17,62	24,69	— 11,50
238	46,23	11,80	0,91	30,91	10,10	19,16	— 16,69	25,21	— 10,64
239	43,12	12,40	7,87	28,96	7,65	16,64	— 11,42	19,10	— 8,96
240	50,10	13,04	21,35	32,38	2,13	18,94	— 15,35	24,40	— 9,89

III.		I′.		II′.		III′.		
x_3	y_3	x′	y′	x″	y″	b′	c′	d′
8,95	+ 6,09	35,53	+ 0,62	47,82	6,02	62,42	15,48	22,08
11,76	— 0,48	28,60	+ 2,40	42,03	9,86	62,72	18,36	18,95
9,18	+ 3,38	32,35	— 1,31	44,75	6,38	64,16	13,41	22,43
9,31	— 0,56	32,78	+ 11,19	48,07	11,17	57,49	29,19	13,39
8,69	+ 6,53	36,20	— 0,05	47,99	5,10	63,22	14,86	21,92
16,18	+ 0,57	27,57	+ 9,12	42,58	12,25	60,05	27,29	12,65
1,85	+ 0,98	39,48	— 0,23	49,14	1,08	66,26	16,13	17,64
6,87	+ 4,43	33,40	+ 2,62	48,81	11,16	56,96	15,82	27,24
7,41	+ 0,99	35,59	+ 9,54	49,80	8,81	58,47	26,98	14,52
9,81	+ 5,03	33,92	+ 1,09	46,70	7,21	62,09	16,04	21,88
7,90	+ 5,90	39,17	+ 0,64	48,76	1,09	66,45	17,53	16,00
7,72	+ 1,25	35,53	+ 9,06	49,62	8,57	58,89	26,64	14,52
8,03	+ 1,67	34,12	+ 8,90	49,58	10,98	56,63	25,25	18,16
9,47	+ 6,53	37,07	— 0,48	47,35	2,77	65,77	15,48	18,68
10,36	+ 2,33	31,17	+ 6,09	46,90	12,36	57,11	21,19	21,71
8,61	+ 0,57	30,83	+ 2,28	44,99	10,18	60,42	17,03	22,55
9,46	+ 6,18	37,71	— 0,64	47,04	1,22	67,42	16,05	16,46
14,39	— 1,00	26,78	+ 6,86	41,84	12,78	60,00	23,81	16,12
8,99	+ 2,70	33,69	+ 6,02	48,13	9,68	58,81	21,93	19,27
10,37	+ 4,61	33,40	+ 1,28	46,12	7,36	62,34	16,47	21,19
9,52	+ 6,22	33,60	+ 0,40	47,44	8,86	60,22	14,08	25,88
8,99	+ 6,39	35,74	— 0,15	47,63	5,40	63,13	14,69	22,13
9,15	+ 5,95	35,70	+ 0,12	47,38	5,13	63,62	15,33	21,08
8,02	+ 6,56	36,48	+ 0,32	48,69	5,66	62,22	14,93	22,85
8,34	+ 3,67	32,20	+ 3,94	48,21	12,36	56,29	17,50	26,25
8,82	+ 5,73	36,41	— 0,61	47,15	3,52	65,28	15,05	19,71
11,86	+ 4,80	30,72	+ 2,60	45,86	10,72	59,33	16,96	23,71
6,18	+ 3,41	37,30	+ 5,41	50,59	6,93	59,82	21,50	18,70
9,18	+ 6,57	37,47	— 0,76	47,48	2,26	66,24	15,29	18,49
6,49	+ 2,83	34,91	+ 4,41	49,14	10,02	57,81	18,97	23,21
7,28	+ 3,53	33,08	+ 6,28	49,96	13,35	54,13	19,99	25,90
8,88	+ 6,66	37,90	— 0,07	48,12	2,40	65,63	16,03	18,31
3,33	— 5,21	40,00	+ 7,52	57,25	11,65	57,51	23,56	18,92
7,65	+ 7,85	39,70	+ 1,42	50,72	2,93	63,44	17,23	19,34
9,38	+ 3,28	32,78	+ 5,31	47,90	10,96	57,77	20,33	21,91
8,31	+ 6,31	35,77	+ 0,15	48,15	6,13	62,10	14,60	23,27
7,07	+ 6,12	35,95	+ 0,01	47,95	5,52	62,88	14,80	22,36
8,52	+ 6,06	34,87	+ 1,04	48,22	7,79	60,47	15,15	24,34
7,68	+ 2,46	33,76	+ 6,46	49,21	11,10	56,91	21,66	21,44
9,05	+ 5,46	37,08	+ 1,00	47,66	3,17	65,24	17,49	17,27

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	$SiO_2 + TiO_2$	CaO	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	MgO + FeO + MnO	$K_2O + Na_2O + H_2O$	x_1	y_1	x_2	y_2
241	47,39	11,99	1,03	30,78	8,79	19,41	— 16,31	25,42	— 10,30
242	42,40	14,51	13,54	25,13	4,38	14,60	— 6,07	15,11	— 5,56
243	58,28	6,88	15,94	10,13	8,77	28,15	+ 3,20	23,18	— 1,77
244	46,48	11,00	15,52	20,41	6,58	18,98	— 2,63	16,56	— 5,05
245	49,82	0,18	0,31	44,52	5,15	26,17	— 23,30	26,09	— 23,38
246	44,19	15,52	11,96	26,21	2,09	14,67	— 7,29	16,49	— 5,47
247	48,23	11,12	6,59	29,54	4,47	19,42	— 12,03	22,79	— 9,65
248	52,45	12,86	1,08	31,56	2,02	20,23	— 15,58	26,24	— 9,57
249	48,87	14,37	3,00	28,75	5,03	18,18	— 13,56	24,17	— 7,56
250	47,64	11,46	0,56	31,27	9,09	19,91	— 16,89	25,90	— 10,89
251	41,57	13,26	10,11	28,40	6,68	15,17	— 9,81	16,86	— 8,12
252	48,45	14,31	3,79	31,22	2,27	17,48	— 14,01	22,86	— 8,63
253	52,42	9,97	0,28	34,86	2,41	21,78	— 17,76	26,77	— 12,77
254	46,56	14,74	11,33	22,51	4,88	16,73	— 5,89	18,52	— 4,10
255	40,93	11,99	6,02	28,31	12,75	16,53	— 12,78	19,95	— 9,36
256	38,79	12,77	11,77	24,60	12,06	14,79	— 7,29	15,35	— 6,73
257	48,48	10,88	0,91	31,82	7,88	20,41	— 16,80	25,83	— 11,37
258	45,47	—	4,80	40,10	9,60	25,16	— 19,05	22,01	— 22,20
259	41,60	12,57	10,98	25,50	9,32	15,99	— 8,03	16,87	— 7,15
260	46,30	15,33	6,67	28,39	3,34	16,00	— 11,23	20,48	— 6,75
261	44,19	12,86	8,42	30,00	4,62	16,41	— 11,32	18,73	— 8,99
262	49,50	12,72	0,60	32,53	4,65	19,31	— 16,76	25,66	— 10,41
263	52,10	14,46	0,47	30,95	2,06	19,23	— 15,55	26,36	— 8,42
264	53,54	13,93	12,87	8,71	10,95	22,23	+ 2,34	22,84	+ 2,94
265	45,31	10,61	1,21	34,93	7,94	18,86	— 18,30	23,97	— 13,20
266	48,95	14,42	—	36,64	—	17,27	— 18,32	24,48	— 11,11
267	48,25	11,59	—	30,97	9,20	20,18	— 17,05	26,58	— 10,67
268	41,91	12,58	13,71	24,91	6,92	15,77	— 6,03	15,17	— 6,63
269	49,38	13,18	—	35,52	1,96	18,47	— 18,10	25,19	— 11,38
270	52,02	10,91	0,38	33,28	3,37	21,28	— 17,03	26,73	— 11,58
271	45,92	9,84	3,60	35,10	5,48	19,10	— 16,68	22,40	— 13,38
272	50,00	10,87	1,33	31,76	6,04	20,84	— 16,19	25,91	— 11,12
273	46,00	13,27	11,94	23,98	4,76	17,20	— 6,33	17,90	— 5,63
274	47,54	11,05	0,66	32,56	8,21	19,86	— 17,35	25,52	— 11,70
275	46,91	10,00	0,24	32,42	10,42	20,62	— 17,97	26,07	— 12,52
276	41,61	8,96	10,96	26,56	11,92	18,54	— 8,84	17,40	— 9,98
277	36,42	8,70	6,62	31,00	17,23	16,76	— 14,74	18,01	— 13,49
278	48,35	9,32	1,06	31,70	9,58	21,59	— 16,96	26,16	— 12,39
279	51,59	11,96	3,92	25,02	7,53	21,33	— 11,46	25,68	— 7,12
280	39,81	12,23	11,86	32,21	3,86	14,34	— 10,58	14,54	— 10,38

III.		I'.		II'.		III'.		
x_3	y_3	x'	y'	x''	y''	b'	c'	d'
9,12	+ 6,01	34,90	+ 0,74	47,69	6,98	61,65	15,29	23,05
9,04	+ 0,51	32,33	+ 10,22	48,60	12,67	55,61	26,75	17,59
26,38	— 4,92	14,05	+ 4,13	29,37	17,49	63,95	21,61	14,44
13,94	— 2,82	25,62	+ 9,28	42,46	15,63	56,95	25,99	17,05
2,79	— 0,08	36,49	— 0,31	47,44	3,88	64,72	15,21	20,05
9,20	+ 1,82	34,08	+ 8,84	48,76	9,94	58,10	25,87	16,00
9,77	+ 2,38	33,18	+ 3,85	46,20	7,84	61,78	20,14	18,02
10,67	+ 6,01	26,27	— 0,70	45,97	2,19	67,26	15,89	16,83
10,63	+ 5,99	35,20	+ 1,58	47,14	5,68	63,24	17,37	19,40
9,02	+ 6,00	34,89	+ 0,34	47,56	6,83	61,88	14,80	23,33
7,05	+ 1,69	33,99	+ 8,47	50,06	11,89	55,46	24,00	20,57
8,85	+ 5,39	37,20	+ 2,48	48,57	4,26	63,63	18,97	17,45
9,01	+ 4,99	36,60	— 1,22	46,17	1,89	67,36	15,22	17,35
12,64	+ 1,79	30,40	+ 7,15	45,36	11,48	58,98	23,75	17,30
7,18	+ 3,42	32,89	+ 5,86	49,69	13,29	54,36	19,45	26,18
8,06	+ 0,56	30,50	+ 10,00	49,49	16,89	51,25	24,23	24,52
9,04	+ 5,43	34,82	+ 0,41	47,10	6,23	62,71	15,14	22,11
2,96	— 2,66	32,71	+ 3,55	47,30	10,18	58,84	18,17	22,97
8,84	+ 0,88	31,03	+ 8,64	48,22	14,37	54,29	23,67	22,01
9,25	+ 4,48	35,69	+ 4,89	48,73	7,09	60,87	21,24	17,91
7,42	+ 2,33	34,99	+ 6,62	49,38	9,24	58,48	22,61	18,91
8,90	+ 6,35	36,93	+ 0,04	47,88	3,72	64,58	15,68	19,73
10,81	+ 7,13	37,01	— 0,88	46,68	1,80	67,24	15,61	17,20
25,17	+ 0,61	18,47	+ 4,27	34,56	16,86	61,09	20,42	18,50
5,67	+ 5,11	37,18	+ 1,84	50,12	6,52	60,49	16,39	23,12
6,16	+ 7,21	41,66	+ 0,46	51,06	0	65,97	17,02	17,02
9,53	+ 6,38	34,70	— 0,24	47,16	6,52	62,44	14,19	23,39
9,14	— 0,60	30,60	+ 10,26	47,81	14,62	54,41	26,21	19,42
7,09	+ 6,72	39,76	+ 0,06	49,68	1,38	65,61	16,23	18,19
9,70	+ 5,45	36,08	— 1,04	46,07	2,66	66,75	15,11	18,10
5,72	+ 3,31	36,21	+ 3,15	49,48	6,41	60,90	18,58	20,46
9,72	+ 5,08	34,79	+ 0,07	46,32	5,22	64,21	15,54	20,25
11,57	+ 0,70	30,41	+ 7,74	45,60	11,81	58,42	24,36	17,18
8,17	+ 5,66	35,60	+ 0,54	48,05	6,29	62,08	15,20	22,75
8,10	+ 5,45	34,61	+ 0,35	47,75	7,55	61,05	14,38	24,56
8,56	— 1,14	29,41	+ 8,35	46,96	16,19	53,45	22,80	23,76
3,27	+ 1,26	32,40	+ 7,66	51,63	16,90	49,65	19,85	30.46
9,20	+ 4,57	33,44	+ 0.26	46,34	7,54	62,02	14,73	23,25
14,22	+ 4,35	30,18	+ 0,62	42,71	8,12	63,92	16,25	19,86
3,96	+ 0,20	36,30	+ 10,50	52,30	11,11	54,63	26,68	18,68

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	SiO_2+ TiO_2	CaO	Al_2O_3+ Fe_2O_3	MgO + FeO + MnO	K_2O + Na_2O+ H_2O	x_1	y_1	x_2	y_2
281	49,55	11,45	0,90	32,28	5,78	20,22	— 16,66	25,82	— 11,06
282	39,43	15,70	9,16	30,39	5,31	12,55	— 11,23	16,02	— 7,76
283	48,12	12,07	0,25	31,41	8,23	19,63	— 16,96	26,06	— 10,53
284	43,06	10,27	7,30	27,29	12,09	18,63	— 11,36	20,31	— 9,68
285	62,17	1,76	13,29	11,60	11,21	34,03	+ 0,95	27,55	— 5,54
286	50,35	13,81	0,53	29,60	5,71	19,36	— 15,42	26,42	— 8,37
287	51,38	12,63	0,31	32,61	3,04	19,94	— 16,65	26,28	— 10,31
288	51,50	12,89	6,96	23,90	4,71	20,26	— 8,79	22,88	— 5,79
289	57,84	1,51	6,46	20,94	13,20	32,48	— 8,36	29,63	— 11,21
290	47,75	12,39	0,20	31,42	8,26	19,24	— 17,01	25,89	— 10,36
291	49,93	12,43	0,58	32,63	4,42	19,62	— 16,78	25,82	— 10,58
292	46,86	11,39	2,45	31,21	8,07	19,31	— 15,65	24,17	— 10,79
293	47,99	10,36	3,23	30,91	7,51	20,33	— 14,96	24,19	— 11,10
294	47,89	11,29	3,23	30,52	7,11	19,65	— 14,71	23,98	— 10,38
295	55,74	10,61	1,09	20,81	11,78	25,51	— 11,19	30,96	— 5,79
296	44,47	14,28	15,10	20,82	5,33	15,96	— 3,04	15,53	— 3,47
297	46,80	12,39	5,81	27,97	7,02	18,53	— 11,92	22,06	— 13,39
298	51,65	13,71	0,37	31,85	2,38	19,45	— 16,11	26,29	— 9,28
299	50,38	13,64	1,01	34,93	—	18,37	— 16,96	24,69	— 10,65
300	53,75	11,91	1,81	31,20	1,29	21,19	— 14,89	26,31	— 9,77
301	38,19	16,82	8,91	20,79	15,31	12,61	— 7,01	17,28	— 2,33
302	41,23	13,41	10,80	28,02	6,53	14,88	— 9,23	16,28	— 7,83
303	54,61	15,21	8,69	21,48	—	19,70	— 6,40	22,96	— 3,14
304	60,46	—	6,75	21,29	11,51	34,16	— 8,23	30,40	— 12,04
305	50,78	12,94	0,56	34,20	1,57	19,22	— 17,09	25,51	— 10,80
306	47,10	12,63	7,26	29,71	3,30	17,82	— 11,61	20,60	— 8,82
307	56,43	11,93	0,86	19,17	11,59	25,17	+ 0,35	31,43	— 4,20
308	47,65	12,04	—	30,38	9,88	19,75	— 16,86	26,44	— 10,18
309	48,65	1,75	0,10	42,40	7,10	25,26	— 22,80	26,15	— 21,89
310	39,70	11,07	9,27	24,60	15,17	16,86	— 9,16	17,93	— 8,09
311	42,73	15,24	9,43	28,24	4,43	14,38	— 9,83	17,41	— 6,80
312	47,10	10,13	2,86	33,33	6,59	19,94	— 16,02	23,58	— 12,38
313	51,25	12,70	0,83	31,41	3,79	20,06	— 15,89	26,22	— 9,73
314	48,69	14,88	2,25	28,63	5,61	17,89	— 13,95	24,58	— 7,27
315	50,48	3,20	0,72	45,62	—	23,64	— 22,45	24,88	— 21,21
316	50,52	2,38	1,03	46,06	—	24,08	— 22,52	24,76	— 21,84
317	49,62	2,76	—	47,67	—	23,43	— 23,84	24,81	— 22,46
318	58,06	2,37	7,93	24,51	7,12	30,00	— 8,94	27,01	— 11,93
319	58,44	2,70	10,55	18,78	9,49	30,81	— 4,56	26,47	— 8,89
320	58,10	—	7,84	20,99	13,06	33,41	— 7,55	28,90	— 12,06

III.		I′.		II′.		III′.		
x_3	y_3	x′	y′	x″	y″	b′	c′	a′
9,17	+ 5,60	35,69	+ 0,05	47,07	4,72	64,13	15,48	20,36
4,79	+ 3,47	37,61	+ 9,03	53,33	10,21	54,79	24,52	20,67
9,10	+ 6,44	35,48	+ 0,06	47,73	6,01	62,61	14,74	22,72
8,95	+ 1,68	30,67	+ 5,69	47,26	13,71	55,58	19,82	24,61
28,50	— 6,49	10,91	+ 0,72	25,62	17,35	66,62	17,74	15,66
11,00	+ 6,66	35,41	— 0,49	46,54	4,43	64,82	15,00	20,18
9,63	+ 6,35	36,90	— 0,71	46,92	2,38	66,46	15,39	18,12
14,48	+ 3,12	30,02	+ 2,63	42,63	8,26	63,76	19,22	16,97
21,28	— 2,85	18,31	— 1,34	32,28	13,90	65,32	13,94	20,68
8,88	+ 6,65	35,79	+ 0,19	48,04	5,99	62,35	14,80	22,86
9,04	+ 6,20	36,75	— 0,14	47,56	3,54	64,95	15,60	19,44
8,52	+ 4,86	34,79	+ 1,83	47,87	7,46	61,06	16,65	22,27
9,23	+ 3,86	33,67	+ 1,73	46,65	7,62	61,75	16,99	21,27
9,27	+ 4,34	34,10	+ 1,91	46,99	7,33	61,83	17,17	21,05
19,78	+ 5,40	25,63	— 3,19	37,86	9,11	66,21	11,56	22,25
12,49	— 0,44	28,63	+ 10,07	45,32	14,48	56,17	26,80	17,03
10,14	+ 3,54	32,92	+ 3,80	46,78	9,09	60,25	19,26	20,47
10,18	+ 6,84	37,18	— 0,78	46,94	1,95	66,84	15,56	17,57
7,73	+ 6,32	39,61	+ 0,38	49,08	0,72	66,57	17,20	16,19
11,31	+ 5,12	35,19	— 0,79	44,67	2,20	68,12	16,18	15,66
10,28	+ 4,68	30,71	+ 8,35	49,73	17,17	50,73	21,45	27,85
7,05	+ 1,40	33,80	+ 9,05	50,10	12,27	55,04	24,61	20,34
16,57	+ 3,26	29,92	+ 2,73	41,04	6,15	66,84	20,92	12,23
22,12	— 3,82	17,37	— 2,14	30,43	12,90	67,56	13,75	18,61
8,83	+ 6,29	38,43	— 0,21	48,21	1,51	66,49	16,27	17,28
9,00	+ 2,75	34,55	+ 4,87	47,62	7,46	61,21	21,37	17,41
21,08	+ 6,26	25,39	— 3,60	37,33	8,82	66,80	11,23	21,96
9,58	+ 6,69	34,61	— 0,05	47,36	6,98	61,79	14,14	24,02
3,37	+ 0,90	36,05	+ 4,23	47,75	5,09	63,37	14,82	21,82
8,77	+ 1,07	29,10	+ 7,90	47,90	17,30	51,59	21,16	27,06
7,08	+ 3,03	35,50	+ 7,84	50,42	9,82	57,22	23,92	18,92
7,56	+ 3,64	35,90	+ 2,11	48,19	6,69	61,59	17,35	21,08
10,33	+ 6,17	36,02	— 0,51	46,43	3,38	65,95	15,53	18,49
10,63	+ 6,69	35,50	+ 1,36	47,45	5,57	63,19	16,75	20,11
2,43	+ 1,24	39,83	+ 0,18	49,18	0,51	66,75	16,99	16,27
2,24	+ 0,68	39,58	+ 0,34	48,96	0,74	66,67	17,18	16,15
0,98	+ 1,38	41,17	+ 0,17	50,43	0	66,43	16,81	16,81
18,07	— 2,99	21,93	+ 0,03	34,41	10,65	67,02	16,89	16,08
21,92	— 4,34	17,53	+ 1,04	31,51	14,19	65,60	17,71	16,65
21,35	— 4,51	17,14	— 0,68	31,44	14,78	65,10	14,84	20,06

No.	Molekularprozente					I.		II.	
	SiO_2 + TiO_2	CaO	Al_2O_3 + Fe_2O_3	MgO + FeO + MnO	K_2O + Na_2O + H_2O	x_1	y_1	x_2	y_2
321	50,06	1,67	4,69	35,88	7,68	26,22	— 16,91	24,59	— 18,54
322	48,12	12,44	10,26	21,43	7,71	19,34	— 6,05	20,51	— 4,88
323	55,22	0,16	5,40	26,69	12,56	31,48	— 12,17	28,48	— 15,17
324	49,90	2,47	6,76	34,79	6,10	25,24	— 14,92	22,95	— 12,20
325	57,80	2,41	8,54	22,70	8,52	30,29	— 7,74	26,93	— 11,09
326	59,10	2,38	8,99	21,12	8,39	30,98	— 6,64	27,37	— 10,24
327	56,68	2,55	8,38	22,40	9,98	30,09	— 7,79	26,86	— 11,02
328	59,02	1,04	7,89	23,41	8,64	31,73	— 8,50	27,98	— 12,25
329	54,00	2,09	7,00	23,70	13,16	29,90	— 9,62	27,07	— 12,46
330	54,62	2,18	7,94	20,22	15,02	30,86	— 6,74	27,47	— 10,62
331	53,80	2,06	7,00	23,69	13,46	29,89	— 9,65	27,04	— 12,50
332	54,67	—	6,27	18,92	20,18	34,25	— 7,93	30,33	— 11,85
333	54,39	—	7,14	18,96	19,54	33,80	— 7,35	29,36	— 11,79
334	55,19	0,85	8,04	17,56	18,40	33,29	— 5,83	28,89	— 10,24
335	55,40	3,78	8,26	18,15	14,43	30,15	— 5,78	27,52	— 8,41
336	51,33	0,90	2,31	33,77	11,69	28,53	— 17,82	27,74	— 18,61
SiO_2	100,00	—	—	—	—	50,00	—	50,00	—
CaO	—	100,00	—	—	—	— 50,00	—	0	50,00
MgO	—	—	—	100,00	—	0	— 50,00	0	— 50,00
R_2O_3	—	—	100,00	—	—	—	+ 50,00	— 50,00	—
R_2O	—	—	—	—	100,00	—	—	—	—
Gl	66,67	—	16,67	—	16,67	40,00	+ 10,00	30,00	—
Tr	50,00	12,50	—	37,50	—	18,75	— 18,75	25,00	— 12,50
Gr	42,87	14,28	14,28	28,58	—	14,28	— 7,14	14,28	— 7,14
Afv	50,00	—	—	37,50	12,50	28,57	— 21,44	28,57	— 21,44
Ts	33,33	—	33,33	33,33	—	16,67	—	—	— 16,67

III.		I′.		II′.		III′.		
x_3	y_3	x′	y′	x″	y″	b′	c′	d′
7,69	— 1,63	30,58	+ 1,70	43,74	8,75	62,58	17,21	20,20
14,46	+ 1,17	27,63	+ 5,58	42,86	12,72	59,41	21,55	19,00
16,31	— 3,00	21,91	— 0,70	35,83	12,70	64,16	14,35	21,51
8,04	— 2,29	30,40	+ 3,12	43,69	9,09	62,32	19,18	18,52
19,20	— 3,36	20,49	+ 0,32	33,64	12,06	66,17	16,91	16,89
20,74	— 3,61	19,17	+ 0,02	32,20	12,31	66,93	16,83	16,22
19,07	— 3,23	20,38	+ 0,57	34,13	12,99	65,00	16,70	18,30
19,49	— 3,75	19,96	— 0,58	32,72	11,70	67,17	16,04	16,79
17,45	— 2,83	21,03	+ 0,64	35,87	14,26	62,60	15,60	21,76
20,24	— 3,39	19,29	+ 0,68	33,88	16,25	62,09	15,41	22,49
17,39	— 2,85	21,00	+ 0,69	35,98	14,47	62,38	15,58	22,04
22,40	— 3,93	15,45	— 0,82	32,15	18,71	60,97	12,57	26,48
22,01	— 4,44	15,47	— 0,16	32,30	18,86	60,71	13,46	25,86
23,06	— 4,41	15,03	+ 0,11	31,63	18,70	61,32	14,17	24,53
21,74	— 2,63	17,90	+ 0,57	33,28	16,05	62,71	15,57	21,74
9,92	— 0,79	22,84	— 0,60	41,67	9,90	62,89	13,87	23,25
50,00	—	0	— 21,82	0	0	100,00	0	0
0	50,00	81,66	+ 21,82	100,00	0	33,33	33,33	33,33
— 50,00	0							
—	— 50,00	0	+ 76,38	50,00	70,71	0	100,00	0
—	—	0	+ 10,91	50,00	70,71	0	0	100,00
40,00	— 10,00	0	0	16,67	23,57	66,67	16,67	16,67
6,25	+ 6,25	40,83	0	50,00	0	66,67	16,67	16,67
7,14	—	35,00	+ 10,91	50,00	10,09	57,16	28,58	14,29
7,14	—	30,62	— 1,36	43,75	8,84	62,50	12,50	25,00
—	— 16,67	27,21	+ 25,48	50,00	23,58	44,44	44,44	11,11

Revision der Unteroligocänfauna von Häring und Reut im Winkel.

Von

M. Schlosser.

Verzeichnis der wichtigsten Literatur.

1861. Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges.

1870. Fuchs: Beitrag zur Kenntnis der Conchylienfauna des vicentinischen Tertiärgebirges. Denkschr. d. math.-nat. Kl. d. Akad. Wien. **30**.

1873. Hofmann: Beiträge zur Kenntnis der Fauna des Hauptdolomits und der älteren Tertiärgebilde des Ofen—Kovaesier-Gebirges. Mitteil aus dem Jahrb. d. ung. geol. Anst. **2**. 3. Heft.

1879. Pavay Elek: Monographia Echinidarum fossilium Hungariae. Mitteil. aus dem Jahrb. d. ungar. geol. Anst. **3**.

1889. Reis: Die Korallen der Reiter Schichten. Geognost. Jahresh. München. 2. Jahrg.

1892. Dreger: Die Gastropoden von Häring bei Kirchbichl in Tirol. Ann. d. naturhist. Hofmus. Wien. **7**.

1900. Oppenheim: Beiträge zur Kenntnis des Oligocän und seiner Fauna in den venetischen Voralpen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.

1901. Deninger: Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfauna der Tertiärbildungen von Reut im Winkel und Reichenhall. Geognost. Jahresh. 14. Jahrg.

1902. Oppenheim: Revision der tertiären Echiniden Venetiens und des Trentins. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.

1903. Dreger: Die Lamellibranchiaten von Häring bei Kirchbichl in Tirol. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien.

1909. Schlosser: Zur Geologie des Unterinntals. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien.

1910. Kranz: Das Tertiär zwischen Castelgomberto, Montecchio Maggiore, Creazzo und Monteviale im Vicentin. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIX.

1911. Boussac: Études paléontologiques sur le Nummulitique alpin. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique de France. Paris.

Die Fauna von Häring hätte nach den Bearbeitungen von Mayer, Gümbel und Dreger einen durchaus fremdartigen Charakter, weil der größte Teil der Arten nach diesen Darstellungen der Lokalität Häring eigentümlich wäre. Schon Boussac hat jedoch hierüber Bedenken geäußert und eine der häufigsten dortigen Arten, *Chenopus haeringensis*, mit dem auch an anderen Fundorten vorkommenden *Ch. pescarbonis* identifiziert.

Bei meiner vielfachen Beschäftigung mit Häringer Fossilien, die mir während meines oftmaligen Aufenthalts in Kufstein zur Bestimmung übergeben wurden, drängte sich mir immer mehr die Überzeugung auf, daß diese Fauna keineswegs so artenreich wäre, als es nach den bisherigen Darstellungen den Anschein hatte. Diese Überzeugung erscheint nun vollkommen gerechtfertigt, denn die Durchsicht des reichen Häringer Materials in der Bayrischen Geologischen Landesanstalt, welches mir Herr Oberbergdirektor Dr. O. M. Reis mit größter Bereitwilligkeit zur Verfügung stellte, wofür ich ihm hier meinen verbindlichsten Dank ausspreche, beseitigte selbst die letzten Zweifel an der Richtigkeit meines Urteils, denn es blieben nur einige wenige Bivalven übrig, die sich nicht näher bestimmen und daher auch nicht mit Arten von anderen Lokalitäten identifizieren oder bei den häufigeren Häringer Arten unterbringen ließen. Immerhin ist die Zahl der Arten, welche der Lokalität Häring eigen sind, verhältnismäßig groß, was aber nur darin seinen Grund hat, daß wir es mit der Fauna einer Schlammfazies zu tun haben, solche aber im Unteroligocän ungemein selten und wenigstens in den Nachbargebieten nur durch den Kleinzeller Tegel von Budapest repräsentiert sind. Fast alle vom letzteren Fundort beschriebenen Arten fanden sich auch in Häring. Wäre die Kleinzeller Fauna noch artenreicher, als es nach der Arbeit Hofmann's den Anschein hat, so bliebe wohl kaum eine einzige, Häring eigentümliche Art übrig, d.h. soweit es sich um typische Elemente der Schlammfauna handelt, denn um es gleich vorwegzunehmen, kommen in Häring auch nicht wenig Arten des vicentinischen Oligocän vor, was man aus den bisherigen Fossillisten freilich nicht ersehen konnte.

Streng genommen müßten also aus Prioritätsgründen die Namen der Arten aus dem Kleinzeller Tegel mit den von

Mayer-Gümbel gegebenen vertauscht werden, allein ich ziehe in diesem Falle unbedingt das Gegenteil vor, denn ich empfinde es geradezu als eine Ungeheuerlichkeit, die von trefflichen Abbildungen begleiteten, von Hofmann aufgestellten Arten mit jenen Namen zu belegen, welche Mayer-Gümbel für Häringer Arten gewählt, aber nur mit noch dazu oft sehr mangelhaften oder sogar irrigen Diagnosen belegt haben.

Ich verstehe nicht, warum nicht schon Dreger viel mehr Häringer Arten mit solchen aus dem Kleinzeller Tegel identifizierte, noch unbegreiflicher ist es mir jedoch, daß er die Vergleichung mit dem vicentinischen Tertiär, man kann geradezu sagen, förmlich perhorreszierte und dafür mit besonderer Vorliebe das Untereocän des Pariser Beckens und das Miocän von Österreich zum Vergleiche heranzog. Die umfangreichen Arbeiten v. Koenen's über das norddeutsche Unteroligocän hat er bei den Gastropoden vollständig ignoriert.

Eine Musterung der Häringer Fauna bleibt jedoch auch unvollkommen, wenn nicht zugleich eine kritische Behandlung der Fauna von Reut im Winkel damit verbunden wird. Es liegt nun zwar hierüber die Deninger'sche Arbeit vor, allein sie ist womöglich noch mangelhafter als die Dreger'sche über Häring. Sie krankt noch außerdem an der ganz irrigen Annahme, daß die Fauna von Reut im Winkel mit jener von Reichenhall identisch sein müßte, eine Annahme, zu welcher Deninger sich vor allem dadurch verleiten ließ, daß Reis bei Bearbeitung der Anthozoen von Reut im Winkel und Hallturm wegen der großen Zahl der identischen Arten auch auf vollständige Gleichaltrigkeit schloß. Schon Boussac hat jedoch mit Recht diese scheinbare Übereinstimmung nur auf die Gleichartigkeit der Fazies zurückgeführt. Durch das Studium eines ungewöhnlich großen Anthozoenmaterials von Hallturm wurde es mir möglich, sogar sehr bedeutende Unterschiede zu konstatieren, z. B. die geradezu wunderbare Seltenheit der Hydnophyllien bei Hallturm, während sie bei Reut im Winkel fast die Hälfte aller dortigen Individuen ausmachen. Dagegen ist bei Hallturm *Heliopora* ungemein häufig, bei Reut im Winkel fehlt sie vollständig. Ich komme auf diese Verschiedenheiten noch eingehend an anderer Stelle zu sprechen, hier kann ich mich auf die Bemerkung beschränken, daß selbst

die Anthozoenfaunen nicht beweiskräftig sind für die Gleichaltrigkeit der Faunen von Reut im Winkel und Reichenhall bezw. Hallturm.

Was aber die von Deninger vorgenommenen Identifizierungen von Gastropoden und Bivalven von Reut im Winkel mit solchen von Reichenhall betrifft, so sind sie sämtlich falsch, d. h. soweit es sich nicht um Arten handelt, welche auch im Vicentin und anderen Gebieten sowohl im Priabonien als auch im Unteroligocän vorkommen. Bei Reichenhall gibt es kein Oligocän, bei Reut im Winkel hingegen kein Eocän. Wohl aber ist das Obereocän bei Oberaudorf durch eine überaus reiche Fauna nachgewiesen, worüber ich an anderer Stelle berichten werde, und erstreckt sich auch bis nach Primau, zwischen Oberaudorf und Kössen. Wo jedoch marines Obereocän entwickelt ist, fehlt marines Oligocän und umgekehrt. Es gibt also zwei Obereocänbecken, das von Reichenhall und das von Oberaudorf — in diesen endet die Sedimentation mit dem Obereocän vollständig —, und zwei Oligocänbecken, das von Häring und das von Reut im Winkel. In dem ersteren beginnt die Sedimentation schon mit dem Obereocän, das hier jedoch nur durch limnische und etwas brackische Schichten vertreten ist, in dem letzteren dagegen gleich mit den marinen Oligocänablagerungen. Beide Oligocänbecken weisen über den marinen Schichten noch limnisch-fluviatile, molasseähnliche Schichten auf, deren genaues Alter zwar nicht mit voller Bestimmtheit ermittelt werden kann, die aber in ihrer Ausbildung sehr an das Aquitanien des bayrischen Alpenvorlandes erinnern. Ich komme auf die geologischen Verhältnisse bei anderer Gelegenheit noch eingehender zu sprechen und kann daher gleich zum speziellen Teil übergehen, wobei ich jedoch von den Häringer Korallen nur die aus dem Zementmergel berücksichtigen werde.

Anthozoa.

Trochocyathus aequicostatus Schauroth. — Reis p. 155 Fig. 8. Außer in den Zementmergeln von Häring, wo diese relativ schlanke, meist etwas gebogene Form ziemlich selten ist, kommt sie auch bei Reut im Winkel, Crosara und Roncà vor.

Trochocyathus Gümbeli — Reis p. 156 — in Zementmergeln von Häring, eine sehr zweifelhafte, wohl mit der vorigen identische Art. Reis nennt von Häring außerdem einen *Tr. corniculoides* ohne nähere Beschreibung.

Trochocyathus armatus Mich. — Reis p. 156 — in Reut im Winkel und Häring — mir nicht von hier bekannt.

Paracyathus caryophyllum Lamark. — Reis p. 158. Diese breite, aber niedrige Form ist sehr selten in Häring und Reut im Winkel.

Flabellum appendiculatum Brongn. — Reis p. 158. Die häufigste und größte aller Einzelkorallen der Häringer Zementmergel. Die flügelartigen seitlichen Fortsätze sind jedoch selten erhalten. Reis führt diese Art auch von Reut im Winkel an sowie von Crosara und Roncà.

Diplohelia aff. *raristella* Defr. sp. Im Zementmergel kommen manchmal verästelte Stöcke dieser Oculinide vor, die jedoch starke Verdrückung erlitten haben und nur die charakteristische Gabelung zeigen, die Kelche sind nicht mehr deutlich zu unterscheiden.

Echinodermata.

Cidaris sp. Einige zusammenstoßende Asseln mit großer Stachelwarze. Sehr selten im Zementmergel von Häring.

Rhabdocidaris sp. Ein sehr langer dünner Stachel mit Längsstreifen ähnlich *Rh. anhaltina* Giebel von Lattdorf, jedoch ohne die Körnchen auf den Längsstreifen. Im Zementmergel von Häring.

Rhabdocidaris cf. *posthumus* Pavay — p. 87 Taf. X Fig. 1. Der Stachel von Häring unterscheidet sich von dem fächerförmigen Original Pavay's aus den Mergeln vom Ofener Schloßberg durch seine geringere Breite und gleicht in seiner Gestalt viel mehr dem *Rh. nobilis* Goldfuss aus dem oberen weißen Jura.

Conoclypeus Mittereri n. sp. ist in Häring nicht allzu selten. Er hat elliptischen Umriß und ist drei- bis viermal breiter als hoch. Die Breite verhält sich zur Länge wie 3 : 2. *C. oligocaenus* Pavay — l. c. p. 110 Taf. 8 — aus dem Kleinzeller Tegel ist höher und dem *C. anachoreta* ähnlich, während der Häringer sich mehr an den *expansus* Schafhäutl vom Kressenberg an-

schließt. Leider zeigen die mir vorliegenden Exemplare weder Mund noch After.

Linthia aff. *trinitensis* Bittn. Die mehr oder weniger verdrückten Exemplare dieses Seeigels zählen zu den häufigeren Fossilien von Häring. Das erste Paar der langovalen Ambulacralfelder ist halb so lang wie das zweite. Das unpaare Ambulacralfeld liegt in einer seichten Rinne und ist nicht viel schmäler als die übrigen. Am nächsten steht *L. trinitensis* Bittner, wie sie Oppenheim l. c. p. 241 Taf. IX Fig. 2 abbildet. Bei der schlechten Erhaltung erscheint die direkte Identifizierung mit dieser Art aus den Gombertoschichten fast etwas gewagt.

Trachypatagus aff. *Meneghinii* Desor var. *humilis* Oppenh., l. c. p. 265 Taf. VII Fig. 1. Auch dieser Spatangide ist in Häring nicht besonders selten, jedoch muß auch in diesem Falle von einer vollständigen Identifizierung mit der vicentinischen Art aus den Gombertoschichten Abstand genommen werden.

Brachiopoda.

Rhynchonella aff. *polymorpha* Massalungho. In Häring kommt zuweilen eine *Rhynchonella* vor, welche sich nur durch ihre relative Kleinheit von der *polymorpha* im Eocän von Trient unterscheidet und auch hierin den Exemplaren von Spilecco sehr ähnlich ist.

Terebratula cf. *Seguenzae* Davidson. Die beiden mir vorliegenden Exemplare aus den Zementmergeln von Häring lassen sich kaum von der echten *Seguenzae* unterscheiden, wie sie im Vicentin, Montebello bei Montecchio maggiore und bei Laverda di Marostica vorkommt.

Terebratula sp., der *Philippi* Seg. ähnlich — Deninger, l. c. p. 6 —, von Reut im Winkel kenne ich nicht.

Lamellibranchiata.

Gryphaea Brongniarti Bronn — Dreger, l. c. p. 255 —, mit welcher auch die von Dreger als *Ostrea* sp., der *O. Nysti* ähnliche Form — l. c. p. 255 Taf. XI Fig. 5 — von Häring vereinigt werden muß, ist in den Zementmergeln ziemlich selten, häufiger findet man daselbst Jugendformen und isolierte Deckelklappen. Schon im Priabonien von Reichenhall und

Oberaudorf. Boussac p. 181 nennt als sonstige Fundorte Montecchio maggiore, Sangonini, Dego, Sassello, Cassinelle, Le Vit de Castellane und Biarritz.

Ostrea cf. *plicata* Solander — Dreger p. 254 — von Häring kenne ich nicht aus eigener Anschauung.

Ostrea gigantica Solander. — Dreger p. 255. Sowohl bei Häring als auch bei Reut im Winkel sowie bei Reichenhall und Oberaudorf kommt diese schon im Lutétien auftretende Art vor, ist jedoch stets bedeutend seltener als im Lutétien. Boussac p. 180 zitiert sie von Castellane, Biarritz, Tartonne und Montecchio maggiore.

Anomia sp. — Dreger, l. c. p. 256. Unter dem von mir untersuchten Material von Häring kommen zuweilen auf Seeigeln aufgewachsene Anomien vor, deren Bestimmung sich jedoch nicht verlohnt.

Cyclostreon parvulum Gümbel — Dreger, l. c. p. 256 Taf. XI Fig. 6 — von Häring war unter den mir von dort vorliegenden Fossilien nicht aufzufinden, ist aber wohl spezifisch verschieden von der Kressenberger Art.

Spondylus cisalpinus Brongn. — Deninger p. 226, Dreger p. 256 — kommt sowohl bei Reut im Winkel als auch in Häring, wenn schon selten, vor, außerdem auch im Obereocän von Reichenhall und Oberaudorf und auch im Vicentin — Castelgomberto —, nach Boussac p. 170 auch bei Sassello, Dego, Careare, Barrême, Étamps und Weinheim. Dreger führt von Häring auch an *Sp. paucispinatus, rarispina, Buchi* und *tenuispina,* wobei er jedoch selbst von schlechter Erhaltung spricht, weshalb auch höchstens noch *Sp. Buchi* in Betracht kommen könnte.

Lima cf. *Maraschinii* Oppenh. — Kranz, l. c. p. 209 Taf. IV Fig. 1. Von Leitwang bei Kössen stammt ein typisches Exemplar dieser bisher nur aus den Gombertoschichten bekannten Art. Ich vermute, daß auch unter den von Deninger p. 226 als *squamosa* bestimmten, mir nicht vorliegenden Exemplaren von Reut im Winkel diese Art zu verstehen sein dürfte. Auch die seltene *L. Mittereri* Dreger p. 258 Taf. XII Fig. 8 scheint hiermit zum Teil identisch zu sein.

Lima Gümbeli Mayer — Dreger p. 258 Taf. XI Fig. 2 — und *L. tirolensis* Mayer — Gümbel-Dreger p. 258 Taf. XI

Fig. 3 — von Häring gehören, wie ich mich an zahlreichen Exemplaren überzeugt habe, ein und derselben Spezies an, welche mäßige Dimensionen und sehr viele feine Rippen besitzt.

Lima Szaboi Hofmann — l. c. p. 199 Taf. XIV Fig. 3 — aus dem Kleinzeller Tegel ist sicher identisch mit *L. haeringensis* Dreger — p. 257 Taf. XI Fig. 1 — von Häring. Zur nämlichen Art gehört auch Dreger's *L. Mittereri* Taf. XII Fig. 6, die nichts anderes ist als eine etwas verdrückte Jugendform von *Szaboi*. Dreger gibt außerdem von Häring eine an *L. obliqua* und eine an *L. dilatata* erinnernde Art an. Ich kenne sie zwar nicht näher, darf aber doch wohl behaupten, daß es sich nur um eine einzige Art handeln wird, denn bei den in Häring so häufigen Verdrückungen können sehr leicht einzelne Exemplare ohnehin nahe verwandte Arten vortäuschen, wie es diese beiden genannten Grobkalkspezies sind.

Pecten (Entolium) corneus Sow. kommt sowohl bei Reut im Winkel — Deninger p. 226 — als auch bei Häring — Dreger p. 258 — vor, fehlt aber auch nicht im Obereocän von Reichenhall und Oberaudorf. Nach Boussac p. 153 im Oligocän von Norddeutschland, Biarritz und Tartonne.

Pecten Telleri Deninger — p. 225 Taf. VII Fig. 1, 2 — von Reut im Winkel und bei Gradisca in Krain wird von Dreger p. 261 auch für Häring angegeben. Deninger's *Pecten* aff. *palmatus* von Reut im Winkel dürfte wohl ebenfalls hierher zu stellen sein.

Pecten (Amussium) semiradiatus Mayer — Hofmann p. 193 Taf. XIII Fig. 2 und Dreger p. 259 Taf. XI Fig. 5 — ist eine wohlcharakterisierte, aber sicher nur im Kleinzeller Tegel und im Häringer Zementmergel nicht allzu seltene Art.

Pecten (Amussium) Bronni Mayer — Hofmann p. 194 Taf. XIV Fig. 1, Dreger p. 260 — im Kleinzeller Tegel, ist im Häringer Zementmergel sehr häufig und bedarf keiner weiteren Bemerkungen. Nach Boussac p. 155 bei Sur le Bois in der Nähe von Annecy.

Pecten (Semipecten) Hoernesi Mayer — Dreger p. 260 Taf. XI Fig. 7 —, eine sehr kleine Form von Häring, die ich für identisch halten möchte mit Hofmann's *P. Mayeri* — p. 195 Taf. XV Fig. 1 — aus dem Kleinzeller Tegel, denn das Fehlen

der zarten Radialstreifen ist sehr leicht durch den Erhaltungszustand zu erklären.

Pecten (*Chlamys*) cf. *biarritzensis* d'Arch. — Deninger p. 224. Eine dieser eigentlich dem Obereocän angehörenden Art sehr nahestehende Form kommt sehr häufig bei Reut im Winkel und bei Leitwang nächst Kössen vor. Die Exemplare sind jedoch sämtlich sehr stark abgerieben. Auch im Zementmergel von Häring finden sich sehr selten solche *Pecten*. Da diese Art sowohl bei Budapest — Hofmann's *Pecten Thorenti* p. 190 Taf. XIII Fig. 1 — als auch im Vicentin — Kranz p. 210 — vom Obereocän in das Oligocän, die „Sangonini- und Gombertostufe", hinaufreicht, dürfen wir sie auch noch in Reut im Winkel und Häring erwarten. Boussac p. 161 erwähnt sie aus dem Oligocän von Biarritz und Le Vît de Castellane.

Pecten (Janira) arcuatus Brocchi — Deninger p. 226 — findet sich nur selten bei Reut im Winkel. Deninger's *P. aduncus* ebendaher und *Vola deperdita* — Dreger p. 261 — von Häring gehören vermutlich zu dieser auch im Oligocän von Sangonini vorkommenden Art. Boussac p. 152 gibt als Fundorte sonst noch an: Dego, Carcare, Sassello, Cassinelle, Castelgomberto, Biarritz, Le Vît de Castellane und Tartonne.

Avicula monopteron Gümbel — Dreger p. 261 Taf. XII Fig. 7 — von Häring stellt jedenfalls nur eine Jugendform dar, die aber nicht leicht zu deuten ist. Ich möchte sie am liebsten mit *Lima Szaboi* Hofmann in Beziehung bringen.

Avicula cf. *media* Sow. — Dreger p. 261 — von Häring dürfte wohl nichts anderes sein als unvollständige und zugleich verdrückte Exemplare von *Lima Szaboi*.

Perna cf. *Sandbergeri* Desh. — Dreger p. 262 — ist mir von Häring nicht bekannt, jedoch möchte ich ihr Vorkommen daselbst nicht ganz in Abrede stellen.

Modiola sp. — Dreger p. 262 — kommt zuweilen im Zementmergel vor, gestattet aber keine nähere Bestimmung.

Lithodomus cf. *cordatus* Lamk. — Dreger p. 262 — von Häring und *L. Saucatensis* Mayer — Dreger p. 262, ebendaher, dürften kaum eine Speziesbestimmung erlauben.

Crenella? Deshayesiana Mayer — Dreger p. 263 Taf. XII Fig. 9 — ist im Zementmergel von Häring nicht allzu selten.

Pinna cf. *hungaria* Mayer — Dreger p. 263, Hofmann p. 200 Taf. XVI Fig. 4, Taf. XVII Fig. 1, 2 — kommt nicht besonders häufig in Häring vor. Gümbel hat sie mit *helvetica* Mayer identifiziert, die jedoch dem Obereocän angehört. Auch Mayer's *P. imperialis* — Dreger p. 263 — darf wohl unbedenklich auf *hungaria* bezogen werden, welche zuerst aus dem Kleinzeller Tegel beschrieben wurde und anscheinend auch im Gombertotuff vorkommt.

Arca tirolensis Mayer — Dreger p. 263 Taf. XII Fig. 1 —, eine sehr seltene, aber charakteristische Art aus dem Zementmergel von Häring. „*Trigonia Deshayesiana*" Mayer-Gümbel — Dreger p. 267 Taf. XII Fig. 3 —, ebenfalls von dort, halte ich nur für ein verdrücktes Jugendexemplar dieser Spezies.

Arca cf. *asperula* Desh. — Dreger p. 264 — dürfte ebenfalls kaum etwas anderes sein als *tirolensis*.

Arca aff. *Sandbergeri* Desh. Ein sehr großes wohlerhaltenes Exemplar von Häring, bisher Unikum, unterscheidet sich von dieser oligocänen Art von Weinheim lediglich durch das Fehlen der feinen radialen Zwischenstreifen.

Arca quadrilatera Lamk. Von Leitwang bei Kössen liegen zwei kleine Exemplare vor.

Pectunculus pulvinatus Lamk. — Kranz p. 212. Sämtliche von Deninger p. 227 als *P. Jaquoti* Tourn., *tenuis* Desh., aff. *pilosus* Linn. und *P. subalpinus* n. sp. bestimmten Exemplare von Reut im Winkel und Leitwang dürfen unbedenklich auf *P. pulvinatus* bezogen werden. Ebenso auch die vermeintliche „*Nucula*" cf. *placentina* Lamk. — Deninger p. 227 — von der Unterbacher Mühle bei Kössen, die nur stark deformierte Exemplare von *pulvinatus* sind. Ferner gehören hierher sämtliche von Dreger p. 265 angeführten Arten von Häring: *Pectunculus* cf. *obovatum* Lam., *P. glycimeroides* Mayer — Taf. XII Fig. 10 —, *Pectunculus* sp., *?nobilis* Gümbel — Textfig. p. 265 — und *Pectunculus* sp., vielleicht auch Dreger's *P. deletus* Solander. Die außerordentlich zahlreichen mir vorliegenden Exemplare aus dem vicentinischen Tertiär — Gombertoschichten — zeigen je nach dem Erhaltungszustand, der Abreibung, die verschiedenen Skulpturen, wie sie sich bei den von Dreger beschriebenen Formen von Häring wiederfinden. Ich trage daher kein Bedenken, sämtliche *Pectunculus* von

Reut im Winkel und Kössen, wo sie überaus häufig sind, und die verhältnismäßig recht seltenen Stücke von Häring als *pulvinatus* zu bestimmen.

Limopsis scalaris Sow. — Dreger p. 266. Mir liegt kein Exemplar dieser Art von Häring vor. Boussac p. 144 zitiert sie aus dem Oligocän von Le Vît de Castellane.

Nucula sind in Häring selten, scheinen aber durch mehrere Arten repräsentiert zu sein. Dreger p. 266 nennt *parisiensis* Desh., *sextans* Wood und *laevigata* Sow., wobei natürlich eine Identifizierung ausgeschlossen ist, denn die beiden ersteren stammen aus Mittel- bezw. Untereocän. Es kann diese Bestimmung also nur so aufgefaßt werden, daß eine oder zwei vorne abgestutzte Formen vorkommen. *Nucula?* nennt Dreger eine langgestreckte Form, wenigstens verstehe ich so seinen Vergleich mit *N. Deshayesiana.*

? Nucula haeringensis — Dreger p. 267 Taf. XIII Fig. 12 — ist eine für *Nucula* fast ungewöhnlich große Form, die im Habitus mehr Ähnlichkeit mit *Cytherea* hat, aber den Perlmutterglanz von *Nucula* besitzen soll. Mir liegt ein Exemplar von Häring vor, welches zwar mit der Dreger'schen Zeichnung gut übereinstimmt, ohne jedoch dieses Merkmal zu zeigen.

Solenomya haeringensis — Dreger p. 268 Taf. XIV Fig. 4 — von Häring und *S. Doederleini* Mayer — Deninger p. 232 — von Reut im Winkel und — Dreger p. 268 — von Häring sind sicher ein und dasselbe. Aus stratigraphischen Gründen verdient der erstere Name den Vorzug, weil *Doederleini* dem Miocän angehört. Dreger's *Solenomya* sp. ind. hat sicher keine Berechtigung.

Cardita imbricata Lamk. — Dreger p. 269 — ist in Häring zwar selten, aber zweifellos vorhanden, was auch insoferne nicht überraschen kann, als diese Spezies auch im Vicentin in das Oligocän — Monte Grumi — hinaufreicht. Ob allerdings Dreger's Original hierher gehört, wird deshalb etwas zweifelhaft, weil der Autor unter den Zitaten auch die folgende Art anführt.

Cardita Laurae Brongn. Mit dieser Art sind unbedenklich die von Deninger p. 228 als *C. angusticostata* Desh. bestimmten Exemplare von Reut im Winkel und Leitwang zu vereinigen, sowie die von Dreger als cf. *multicostata* Lamk.

und cf. *squamosa* Lamk. — p. 269 — angeführten Stücke von Häring. Wahrscheinlich gehört hierher aber auch Gümbel's *minuta* und *Basteroti* von Häring und vielleicht sogar Hofmann's „*Lima*" *cancellata* — l. c. p. 198 Taf. XV Fig. 2 — aus dem Kleinzeller Tegel, denn hiermit wäre es gut vereinbar, daß dieser Autor in seiner Fossilliste p. 233 *Cardita Laurae* von der genannten Lokalität angibt. Häufig ist diese Art im Vicentin — Sangonini. Sie kommt nach Boussac p. 190 auch bei Castellane vor.

Astarte sp. Dreger p. 269. Das Exemplar von Häring scheint sehr problematisch zu sein.

Astarte aff. *solidula* Desh. — Deninger p. 228 — von Reut im Winkel liegt mir nicht vor.

Crassatella cf. *sulcata* Lamk. Dreger gibt p. 269, 270 von Häring nicht weniger als vier Arten dieser Gattung an, nämlich *Cr. parisiensis* d'Orb., *tenuistriata* Desh., *sinuosa* und sp. ähnlich *gibbosula*, die wohl alle nichts anderes sind als Variationen der *sulcata*, wie sie auch im Vicentin bei Sangonini und Gnata di Salcedo vorkommen. Mir liegen mehrere flache kleine und ein ziemlich großes. gewölbtes Stück von Häring vor. Letzteres könnte allenfalls zur folgenden Spezies gehören.

Crassatella cf. *carcarensis* Michelotti — Kranz p. 215 Taf. IV Fig. 3, Taf. VI Fig. 13, 14 und Textfig. 1 — sind die von Deninger p. 228, 229 als *plumbea* bestimmten, aber schlechten Exemplare von Reut im Winkel und Leitwang bei Kössen. Im Vicentin bei Monteviale, St. Trinità und Mte. Grumi, nach Boussac p. 192 Taf. IX auch bei Castellane. Es kann sich bei den nordalpinen allenfalls auch um *Cr. neglecta* Michelotti handeln.

Crassatella trigonula Fuchs — Deninger p. 229 — von Leitwang dürfte eher eine junge *Lucina* sein.

Pecchiolia argentea Mariti führt Dreger p. 270 ohne jegliche Bemerkung in seiner Arbeit über Häring an, und Hofmann p. 223 nennt sie ebenfalls nur in seiner Liste der Versteinerungen aus dem Mergel von Ofen.

Erycina sp. — Dreger p. 270 — von Häring ist ganz dürftig vertreten und zweifelhaft.

Cryptodon Rollei Mayer — Dreger p. 270 Taf. XIII Fig. 1, 2 — von Häring ist eine sehr kleine, aber keines-

wegs seltene Art. Dreger's Original zu Fig. 2 verbindet diese Art wenigstens in der Größe mit *Cr. subangulatum* Hoernes.

Lucina raricostata — Hofmann, l. c. p. 202 Taf. XV Fig. 6 — aus dem Kleinzeller Tegel ist identisch mit Deninger's *L. Reisi* aus Reut im Winkel und Leitwang bei Kössen — p. 230 Taf. VII Fig. 5 —, hat jedoch vor letzterem Namen die Priorität und wird von Dreger p. 271 auch von Häring angegeben mit der Bemerkung, daß darunter auch *L. Heeri* Mayer et Gümbel zu verstehen sei. Ob Deninger's *Lucina* n. sp., p. 230 Taf. VII Fig. 5, von Leitwang bei Kössen auch hierher gestellt werden darf, erscheint mir etwas zweifelhaft.

Lucina rectangulata — Hofmann p. 201 Taf. XV Fig. 3 — aus dem Kleinzeller Tegel kommt auch in Häring vor, jedoch führt sie Dreger noch unter dem von Mayer-Gümbel gegebenen Namen *L. rostralis* an — p. 271 Taf. XIII Fig. 7. Jedenfalls gehören hierher auch die von Gümbel als *L.* cf. *Herberti* Desh. bestimmten schlechten Stücke von Häring. Auch bin ich sehr versucht, selbst *L. Mittereri* Mayer-Gümbel zu dieser Art zu stellen. Dreger p. 272 vergleicht sie allerdings mit *L. spissistriata* — Hofmann p. 203 Taf. XV Fig. 4 — aus dem Ofener Tegel, die aber zweifellos eine *Miltha* ist, was zwar auch für Dreger's Original von *Mittereri* — Taf. XIII Fig. 6 — zutrifft, aber keineswegs für die vielen mir vorliegenden Exemplare dieser Häringer Spezies.

Lucina (Miltha) cf. *gigantea* Desh. und *Lucina* sp. ähnlich der *mutabilis* Lamk. werden von Dreger p. 272 von Häring zitiert. Mir ist kein derartiges Stück von Häring bekannt, jedoch könnte die erstere wirklich dort vorkommen, da sie auch Kranz p. 214 aus den Gombertoschichten anführt.

Corbis lamellosa Lamk. gibt Dreger p. 273, allerdings mit Fragezeichen, von Häring an. Es handelt sich vielleicht um *C. oligocaena* — Oppenheim p. 267 Taf. X Fig. 3 — von Mte. Grumi.

Cardium oenanum Gümbel von Häring — Dreger p. 273 — soll ein *Protocardium* und mit *Nemocardium fraterculum* Desh. verwandt sein. Ich kann das Gümbel'sche Original nicht von Dreger's *Cardium haeringense* — p. 273 Taf. XIII Fig. 5 — unterscheiden. Auch die von Deninger p. 230 als *cingulatum*

Goldf. und *parisiense* d'Orb. bestimmten zahlreichen Exemplare von Reut im Winkel und Leitwang sind zweifellos hiermit identisch und spezifisch verschieden von den ebenfalls von Deninger als *parisiense* bestimmten Cardien von Großgmain und Elendgraben bei Reichenhall.

Cardium (Trachycardium) tirolense Mayer et Gümbel — Dreger p. 273 Taf. XIII Fig. 3 — von Häring, eine Form mit vielen, aber kräftigen Rippen, wahrscheinlich mit *C. fallax* Michelotti von Sangonini identisch, kommt auch bei Leitwang und Reut im Winkel vor — als Deninger's *C. (Trachycardium)* aff. *granconense* Oppenh. p. 231.

Cardium (Discors) Pasinii Schauroth. — Kranz p. 218. Von dieser in den Gombertoschichten nicht seltenen Art liegt mir ein Exemplar von Leitwang bei Kössen vor.

Cyprina scutellaria Desh. und *C.* cf. *lunulata* Desh. führt Dreger p. 274, 275 von Häring an, jedoch ohne jegliche Bemerkung über die Individuenzahl und die Erhaltung der angeblich hierher gehörigen Stücke, die natürlich ganz mit Unrecht auf diese alteocänen Arten bezogen werden. Es dürfte sich wohl um Exemplare von *Cytherea incrassata* handeln.

Isocardia cf. *cyprinoides* Braun, von Dreger p. 275 für Häring angegeben, ist mir von dort nicht bekannt.

Cytherea splendida Merian. — Kranz p. 223. Ein typisches Exemplar liegt mir von Leitwang vor. In Häring kommt sie ebenfalls vor. Wahrscheinlich ist auch Dreger's *C.* cf. *proxima* Desh. von dort zu dieser Art zu stellen. Was Deninger, l. c. p. 231, vom Elendgraben bei Reichenhall als *C. splendida* bestimmt hat, ist wohl *C. striatissima* Bellardi. Sichere Exemplare der Münchner Sammlung stammen von Sangonini, aus dem Gombertotuff und den Schioschichten.

Cytherea Beyrichi Semper. Selten in Leitwang nächst Kössen.

Cytherea incrassata Sow. Deninger p. 231 führt diese Art sowohl von Großgmain als auch von Leitwang an. Sie findet sich auch wirklich an beiden Fundorten. Nach Dreger p. 275 kommt sie auch bei Häring vor. Vielleicht gehört auch seine *tranquilla* hierher. Sie beginnt schon im Obereocän. Nach Kranz p. 220 ist sie im Vicentin im Priabonien

und selbst in den Gombertotuffen selten, um so häufiger aber in den Schioschichten.

Tellina budensis — Hofmann p. 204 Taf. XVI Fig. 1 — aus dem Kleinzeller Tegel führt auch Dreger p. 276 mit Recht unter den Häringer Fossilien an.

Tellina Gümbeli — Dreger p. 276 Taf. XIII Fig. 13 —, eine sehr große, aber seltene Form von Häring, liegt mir nicht vor. Es dürfte sich eher um eine *Thracia* handeln, die auch in Sangonini vorkommt.

Tellina Nysti Desh. — Deninger p. 231 — soll in Leitwang häufig sein.

Tellina sp. Wie auch Dreger p. 276 bemerkt, kommen in Häring möglicherweise mehrere kleine Formen dieser Gattung vor, deren genauere Unterscheidung wegen der mehr oder weniger starken Verdrückung erhebliche Schwierigkeiten bietet, für stratigraphische Zwecke jedoch ganz nebensächlich ist. Einige erinnern an *Garum Fischeri* Boussac — p. 230 Taf. XIII Fig. 22—24 — und *Gobraeus pudicus* Brongn. — ibid. p. 230 Taf. XIII Fig. 1, 2 — aus dem Priabonien der Diablerets, sind aber kleiner. Beide gehen noch in das Oligocän, die erstere Art in das von Belgien und Paris, die letztere in das des Vicentin, Sangonini hinauf.

Siliqua (Leguminaria)? sinuata Gümbel — Dreger p. 276 —, eine kleine, nicht sehr seltene Muschel, deren Gattungsbestimmung aber nicht ganz sicher ist.

Glycimeris haeringensis — Dreger p. 277 Taf. XIII Fig. 14 —, eine langgestreckte, sehr seltene Art von Häring, ist wesentlich niedriger als Mayer's *Gl. Bachmanni* — Thun Taf. IV Fig. 6 — aus dem Bartonien der Ralligstöcke. Sie gleicht vielmehr der *Gl. Heberti* Bosquet, wie sie Boussac p. 246 Taf. XV Fig. 21, 38 aus dem Auversien von Ralligholz abbildet und in Belgien, Frankreich — Morigny, Barrême — und Piemont vorkommt.

Glycimeris sp. — Dreger p. 277 — von Häring, mit der *Gl. corrugata* Dixon — Geology of Sussex p. 164 Taf. II Fig. 12 — verglichen, liegt mir nicht vor.

Pholadomya subalpina Gümbel — Dreger p. 278 — ist in Häring durch zahlreiche Exemplare vertreten, welche erheblich kleiner bleiben und eine viel schwächere Radialskulptur

zeigen, als die gleichfalls von Dreger für Häring angegebene, aber von mir dort nicht beobachtete *Ph. Puschi.* Sie findet sich auch im Kleinzeller Tegel. Hantken [1] hat sie als *budensis* beschrieben und abgebildet. Da sie dort von *Ph. Puschi* begleitet wird, möchte ich sie doch nur für eine schwach verzierte Varietät dieser weitverbreiteten Spezies halten, die auch im Vicentin nicht fehlt.

Pholadomya rugosa Hantken. Dreger zitiert p. 278 Taf. XIII Fig. 9, 10 diese von Hantken zuerst — p. 137 Taf. IV Fig. 4 — für eine Form aus dem Oligocän von Piszke und Magyoros aufgestellte Spezies auch von Häring. Sie zeichnet sich durch den Mangel von Radialberippung aus.

Anatina sp. — Dreger p. 279 — von Häring ist jedenfalls sehr problematisch. Das gleiche gilt wohl auch von *Lutraria* — Dreger p. 280.

Neaera bicarinata Mayer-Gümbel, zu welcher wohl auch die vermeintliche *cuspidata* Olivi — Dreger p. 279 — gehört, liegt mir von Häring nicht vor.

Neaera scalarina Mayer-Gümbel. — Dreger p. 279 Taf. XIII Fig. 8, 11. Diese in Häring ziemlich seltene Art zeichnet sich durch kräftige konzentrische Streifen aus.

Pholas cf. *cylindrica* Sow. — Dreger p. 280 — von Häring konnte ich nicht ermitteln.

Teredo Beyrichi Mayer-Gümbel. — Dreger p. 280. Diese anscheinend stets nur als isolierte Röhren vorkommende Art scheint ziemlich selten zu sein.

Gasteropoda.

Dentalium haeringense — Dreger p. 11 Taf. I Fig. 12 — kommt außer in Häring auch an der Unterbacher Mühle bei Kössen vor. Boussac p. 255 Taf. XVI Fig. 6, 8 zitiert es auch aus dem Lattorfien von Le Vît de Castellane.

Patella Dutemplei Desh. — Deninger p. 232 — von Reut im Winkel, anscheinend eine glatte, mäßig hohe Form.

Patella cf. *Defrancii* Desh. — Deninger p. 233 — von Reut im Winkel ist niedriger als Cossmann's Original aus dem

[1] Die geologischen Verhältnisse des Graner Braunkohlengebietes. Mitteil. Jahrb. d. ung. Anst. 1872. 1. 1. Heft. p. 137, 143. Taf. V Fig. 6.

Lutétien; statt Höhe zu Länge = 1 : 2 ist bei Deninger's Exemplar das Verhältnis 1 : 3.

Patella sp. — Dreger p. 13 Taf. I Fig. 3 — von Häring.

Acmaea (Patella)? sp. — Dreger p. 13 Taf. I Fig. 4 — ebenda und

Emarginula Kittli — Dreger p. 13 Taf. I Fig. 5 — ebenda dürfen anerkannt werden.

Pleurotomaria cf. *Sismondai* Goldf. — Dreger p. 13 Taf. I Fig. 6, 7 —, in Häring ziemlich selten. Ein schlechtes Stück liegt von Leitwang vor. Nach Boussac p. 258 Taf. XVI Fig. 15, 40 kommt diese Art auch schon im Auversien von Niederhorn vor und geht durch das ganze deutsche Oligocän.

Turbo Asmodei Brongn. — Kranz p. 229 Textfigur. Ein kleines, aber zweifellos zu dieser Art gehöriges Exemplar von Häring besitzt die Bayrische Geologische Landesanstalt. Im Vicentin sowohl in den Sangonini- als auch in den Gombertoschichten.

Turbo tuberculosus — Dreger p. 13 Taf. II Fig. 1 — von Häring, nach Boussac p. 26 verwandt mit *Delphinula Parkinsoni* Grat.

Turbo cf. *clausus* Fuchs — Deninger p. 233 Taf. VIII Fig. 8 — in Reut im Winkel und Leitwang bei Kössen ziemlich häufig. Hierher oder zu *Asmodei* gehören wahrscheinlich auch die von Deninger p. 234 Taf. VIII als *Delphinula multisulcata* Schaur. bestimmten Exemplare von Reut im Winkel, jedoch nicht die von Hallturm. Im Vicentin — Kranz p. 230 — in den Gombertoschichten.

Adeorbis subalpinus — Deninger p. 233 Taf. VIII Fig. 9, 10 — von Leitwang bei Kössen soll angeblich auch im Eocän von San Giovanni Ilarione vorkommen. Es dürfte sich wohl um ein junges Individuum von *Delphinula* handeln.

Trochus Lucasianus Brongn. — Deninger p. 234 — von Reut im Winkel und Leitwang ist niedrig und hat nur zwei Knotenreihen auf jedem Umgang. Er erinnert an die Abbildung der Rupélienform von Monteviale bei Boussac, Ét. pal. Taf. XVI Fig. 43. Nach Boussac p. 259 auch im Lattorfien von Gaas und Laverda sowie im Rupélien von Castelgomberto.

Trochus demersus — Dreger p. 14 Taf. II Fig. 2 — von Häring ist nicht zu deuten.

Trochus subcarinatus Lamk. — Kranz p. 228, Textfigur — von Monte Grumi und aus dem Pariser Oligocän umfaßt sowohl *T. sulcatus* als auch *Lamarcki* Deninger von Reut im Winkel.

Delphinula scobina Brongn. — Deninger p. 234 Taf. VIII Fig. 4 — von Reut im Winkel kenne ich nicht aus eigener Anschauung.

Solarium Dumonti Nyst — Dreger p. 14 Taf. II Fig. 3 — von Häring könnte ebensogut Hofmann's *S. distinctum* p. 205 Taf. XVI Fig. 3 aus dem Kleinzeller Tegel sein. Das echte *Dumonti* stammt nach Boussac p. 339 aus dem Lattorfien von Belgien und Norddeutschland.

Xenophora subextensa d'Orb. — Dreger p. 15 Taf. II Fig. 7, 8 —, häufig in Häring, nach Hofmann p. 223 auch im Kleinzeller Tegel, nach Boussac p. 324 im Lattorfien von Belgien und Norddeutschland, zeichnet sich durch feine gitterartige Verzierung und durch relativ geringe Höhe aus.

Xenophora cumulans Brongn., Deninger's *Gravesiana* d'Orb. von Reut im Winkel. Im Vicentin nach Kranz p. 235 schon im Priabonien, am häufigsten jedoch in den Gombertoschichten.

Natica crassatina Desh. — Deninger p. 235 — bei Leitwang und Reut im Winkel. Im Vicentin sowohl bei Sangonini und Laverda als auch in den Gombertoschichten. Außerdem nach Boussac p. 389 im Lattorfien von Barrême und im Rupélien von Pierrefitte, Fontainebleau, Gaas, Dego und Sassello.

Natica angustata Grat. — Deninger p. 235 —, Leitwang und Reut im Winkel sowie in Häring. Die Exemplare aus dem Obereocän von Reichenhall sind *N. Garnieri* Tournouer. Kranz p. 241 gibt *angustata* aus den Braunkohlen von Monteviale und aus den Gombertoschichten an. Vielleicht geht sie noch in die Sangoninischichten.

Natica auriculata Grat. — Deninger p. 235 —, Leitwang und Reut im Winkel sowie in Häring. Die Exemplare aus dem Obereocän von Reichenhall sind *N. Garnieri* Tournouer. Kranz p. 240, Textfigur, schreibt ihr die nämliche Verbreitung zu wie der folgenden Art.

Natica gibberosa Grat. — Kranz p. 237, Textfigur —, Leitwang und Reut im Winkel, von Deninger als *globosa* —

p. 235 Taf. VIII Fig. 11 — bestimmt, kommt neben der vorigen auch bei Gaas, Cassinelle, Dego und im Vicentin sowohl in den Sangonini- als auch in den Gombertoschichten vor.

Natica sp. ind. von Häring — Dreger p. 16 — verteilt sich nach den mir vorliegenden Exemplaren auf *crassatina* und *auriculata*. Deninger's *N. subalpina* p. 235 von Reut im Winkel und Leitwang umfaßt außer Exemplaren der beiden genannten Arten auch solche von *gibberosa*.

Sigaretus cf. *clathratus* Recluz — Dreger p. 16 — von Häring liegt mir nicht vor.

Calyptraea cf. *striatella* Nyst — Dreger p. 16 Taf. II Fig. 9 —, in Häring selten, nach Boussac p. 278 im Lattorfien von Belgien, Norddeutschland und im Rupélien von Weinheim, Morigny und der Colli Berici.

Hipponyx sp. — Dreger p. 16 — von Häring ist mir nicht bekannt.

Turritella. Deninger p. 236 gibt von Reut im Winkel *T. triplicata* Brocchi, *terebellata* Lamk., *planispira* Nyst und *incisa* Brongn. an. Die mir vorliegenden Exemplare von Reut im Winkel und Leitwang dürften teils zu *asperula* Brongn., teils zu *incisa* Brongn. gehören, denn sie stimmen mit solchen von Sangonini gut überein. Die Abbildungen, welche Fuchs von diesen Arten gibt — Taf. X Fig. 5, 6 resp. 7, 8 —, sind unbrauchbar.

Turritella sp. — Dreger p. 15 —, von Häring nicht bestimmbar, die Gattung daselbst außerordentlich selten.

Scalaria Rodleri — Dreger p. 14 Taf. II Fig. 4 — von Häring und

Scalaria subulata — Dreger p. 15 Taf. II Fig. 5 —, ebendaher, zählen zu den seltensten Fossilien dieser Lokalität und sind für stratigraphische Zwecke ohnehin wertlos. Die erstere Art halte ich überhaupt für problematisch.

Vermetus gracilis Mayer et Gümbel — Dreger p. 15 Taf. II Fig. 6 — von Häring gehört sicher zu dieser Gattung und dürfte wohl häufiger dort zu finden sein, als es den Anschein hat.

Siliquaria? aff. *sulcata* Defr. — Dreger p. 15 — von Häring. Eine ziemlich seltene, aber zuweilen in ganzen Kolonien vorkommende Art, die zwar die Skulptur des *Tenagodes sulcatus* besitzt, aber schon aus stratigraphischen Gründen

von diesem getrennt werden muß. Auch ist die Beschaffenheit des Schlitzes nicht bekannt.

Diastoma Grateloupi d'Orb. — Kranz p. 245, Textfigur. Hierher gehört Deninger's *Cerithium Voglinoi* Michelotti — p. 19 Taf. VIII Fig. 6 —, das bei Reut im Winkel und Leitwang die häufigste Gastropodenspezies ist. Nach Kranz kommt diese Art sowohl in den Gombertotuffen als auch im Nummulitenkalk des Vicentin vor. Sie fehlt auch nicht in Sangonini.

Cerithium Dregeri — Boussac p. 303 — von Häring. Eine sehr seltene Art ist Dreger's *C. cuspidatum* Desh. — p. 17 Taf. II Fig. 10. Es unterscheidet sich von der echten aus dem Lutétien und Bartonien durch den Besitz von 4 Knotenreihen und sieht wenigstens nach der Abbildung dem *Potamides praeplicatus* Cossmann — Iconograph. XXVIII p. 151 Fig. 29 — aus dem Cuisien sehr ähnlich. Möglicherweise handelt es sich doch nur um *Diastoma Grateloupi.*

Cerithium? Bittium — Dreger p. 17 — unterscheidet zwei Arten aus Häring. Mir liegt nichts Ähnliches von dort vor.

Cerithium orditum Michelotti — Deninger p. 237 — von Reut im Winkel. Nicht vorhanden.

Cerithium dentatum Defr. Ein sehr großes, gut erhaltenes Exemplar von Reut im Winkel schließt sich eng an das echte *dentatum* aus dem Rupélien von Weinheim an. Die ganz mangelhaft erhaltenen, verdrückten Gastropoden von Reut im Winkel und Leitwang, welche Deninger als *Melania Escheri* Mer. bestimmt hat, gehören wohl auch hierher. Mit *M. Escheri* haben sie nichts zu tun.

?Rissoina cf. *decussata.* Dreger p. 17. } Ganz problematische
Eulima sp. „ p. 17. } Stücke von Häring.

Strombus radix Brongn. — Deninger p. 237 Taf. VIII Fig. 2 — von Leitwang und Reut im Winkel und im Vicentin — Kranz p. 255 — in den Gomberto- und Sangoninischichten, fehlt auch in Häring nicht ganz, ist jedoch als Strandbewohner hier im Gegensatz zu Reut im Winkel und Leitwang ungemein selten — Dreger's „*Voluta stromboides*".

Chenopus pescarbonis Brongn. — Boussac p. 307 Taf. XIX Fig. 3a, 5a, 11, 19a, 20, 21a — vereinigt die von Dreger als *Aporrhais haeringensis* Gümbel — p. 18 Taf. III Fig. 1 — beschriebenen, in Häring sehr häufigen *Chenopus* mit dieser

schon von Brongniart aufgestellten Art, welche auch im Lattorfien von Sangonini, Le Vît de Castellane, Kleinzell bei Budapest — Hofmann p. 26 Taf. XVI Fig. 8 —, Trifail in Steiermark und Lattorf und im Rupélien von Sassello, Cassinelle, Siegsdorf, Miesbach und Flonheim vorkommt.

Rostellaria Haueri — Dreger p. 18 Taf. III Fig. 2—4 —, ebenfalls in Häring sehr häufig, wurde von Boussac p. 313 Taf. XVIII Fig. 92, 93 auch im Lattorfien von Clumance nachgewiesen.

Cypraea cf. *media* Desh. — Deninger p. 20 — von Reut im Winkel und Leitwang ist eine aufgeblähte Form mit verborgenen Zähnen. Vielleicht handelt es sich um *splendens* Fuchs von Gaas, Sangonini und Castelgomberto oder um *C. anhaltina* Giebel von Lattorf.

Cassidea ambigua Sol. sp. = *Cassidaria ambigua* — Dreger p. 20 Taf. III Fig. 5, 6 —, in Häring nicht selten, kommt nach Boussac p. 340 Taf. XX Fig. 37, 47 auch im Lattorfien von Belgien, Norddeutschland, Le Vît de Castellane und Sangonini vor, nach Hofmann p. 244 auch im Kleinzeller Tegel.

Cassidea Fuchsi — Boussac p. 345 — = Dreger's *Cassis Fuchsi* — p. 21 Taf. III Fig. 10 —, eine sehr seltene Form mit zwei Paar Knotenreihen, die miteinander alternieren, scheint auf Häring beschränkt zu sein, soferne sie nicht mit *Cassis vicentina* Fuchs — p. 148 Taf. I Fig. 5, 6 — von Castelgomberto identisch ist.

Cassis cf. *aequinodosa* Sandb. gibt Deninger p. 20 von Reut im Winkel und Kössen an.

Cassidaria Buchi Bell. nennt Boussac p. 346 die von Dreger p. 20 Taf. III Fig. 7 als *C. nodosa* bestimmte Art von Häring, welche auch im Lattorfien von Norddeutschland und im Rupélien von Étamps und der Colli Berici und wohl auch im Kleinzeller Tegel — Hofmann p. 224 — vorkommt. Die echte *nodosa* Sol. geht nicht über das Eocän hinaus.

Cassidaria haeringensis — Dreger p. 21 Taf. III Fig. 8, 9, 11 —, eine sehr variable Form.

Ficula cf. *nexilis* Brand. var. wird von Dreger p. 21 für Häring angegeben, ist jedoch *condita* Brongn. Sonstige Fundorte sind Dego, Sangonini und Sternberg. Die von Deninger p. 20 von Reichenhall zitierte Art ist in Wirklichkeit *helvetica* May.

Tritonium haeringense — Dreger p. 22 Taf. III Fig. 12—14, Taf. IV Fig. 1, 2 — von Häring ist eine ziemlich variable Form, die sehr groß werden kann. Sie kommt auch in Reut im Winkel vor, wo sie Deninger p. 20 als *Tr. flandricum* anführt.

Murex Gümbeli — Dreger p. 24 Taf. IV Fig. 5 — in Häring ziemlich selten, kommt auch in Reut im Winkel vor.

Murex tricarinatus Lamk. — Dreger p. 24 — von Häring, jedenfalls nicht vollständig identisch mit dem echten aus dem Grobkalk.

Murex sp. — Dreger p. 25 Taf. IV Fig. 6 — von Häring, eine sehr seltene Form, verwandt mit *M. trialatus* v. Koenen — Abhandl. preuß. geol. Landesanst. **10.** p. 45 Taf. II Fig. 1—3 — von Lattorf.

Fusus Mittereri Dreger — p. 23 Taf. IV Fig. 3 — von Häring, steht dem *F. multisulcatus* Nyst — Coquilles p. 494 Taf. XIII Fig. 1 — von Boom, Kleyn Spauwen etc. in Belgien sehr nahe.

Fusus cf. *Waelii* Nyst — Dreger p. 23 — von Häring zweifelhaft.

Fusus cf. *Koninckii* Nyst — Dreger p. 23 — von Häring. Liegt mir nicht vor. Hofmann gibt ihn p. 223 aus dem Ofener Tegel an.

Fusus cf. *elongatus* Nyst — Dreger p. 24 Taf. IV Fig. 4 — von Häring. Liegt nicht vor.

Fusus scalarinus Desh. Dreger p. 24 bezweifelt das Vorkommen dieser von Gümbel auch für Häring angegebenen Art aus dem Grobkalk, welche Cossmann als *Siphonalia scalarina* — Iconograph. Taf. XXXVIII p. 186 Fig. 12 — anführt.

Fusus polygonatus Brongn. — Deninger p. 236 — von Reut im Winkel, fraglich.

Fusus longaevus Lamk. — Deninger p. 236 — von Reut im Winkel, sehr fraglich.

Columbella nassoides Bell. — Deninger p. 236 — von Reut im Winkel, liegt nicht vor.

Ancillaria olivaeformis — Dreger p. 27 Taf. IV Fig. 9 — von Häring ist anscheinend eine berechtigte Art.

Voluta stromboides — Dreger p. 25 Taf. IV Fig. 7 — von Häring dürfte wohl *Strombus radix* Brongn. sein.

Lyria decora Beyrich — Dreger p. 26 Taf. IV Fig. 8 — von Häring ist, wie Boussac p. 364 mit Recht bemerkt, von

der echten von Lattorf verschieden und eher mit *Voluta suturalis* Nyst verwandt — v. Koenen, Abhandl. preuß. geol. Landesanst. **10.** 1899. p. 520 Taf. XXXVII Fig. 1, 4.

Voluta, Mitra sp. — Dreger p. 26 — von Häring, nicht näher bekannt.

Voluta semigranosa Nyst — Dreger p. 26 — von Häring liegt nicht vor, auch die echte ist jedenfalls keine *Voluta*, sondern eine *Mitra*.

Voluta spinosa Lamk. — Deninger p. 236 — von Reut im Winkel hat sicher nichts mit der echten aus dem Grobkalk zu tun, es handelt sich wohl um junge Exemplare von *Strombus radix*.

Voluta harpula Lamk. — Deninger p. 236 — von Reut im Winkel ist wohl eher identisch mit *Lyria decora* Beyrich aus dem Unteroligocän von Lattorf — v. Koenen, Abhandl. preuß. geol. Landesanst. **10.** p. 526 Taf. XXXVII Fig. 9.

Cancellaria evulsa Sow. — Dreger p. 27 — von Häring.

? Cancellaria sp., ähnlich der *granifera* Desh. — Dreger p. 27 —, von Häring nicht vorhanden.

Pleurotoma cf. *Morreni* de Koninck — Dreger p. 27 Taf. IV Fig. 10 — von Häring stimmt besser mit der Koninck'schen Abbildung als mit der bei Koenen. Typisch bei Lattorf und in Belgien.

Pleurotoma haeringensis — Dreger p. 28 Taf. IV Fig. 12 —, in Häring verhältnismäßig häufig, scheint auch bei Reut im Winkel vorzukommen.

Pleurotoma Dregeri — Boussac p. 370 — ist *Pl.* cf. *colon* Sow. — Dreger p. 29 Taf. IV Fig. 11 — von Häring.

Conus Allioni Michelotti — Dreger p. 237 — von Reut im Winkel ist mir nicht bekannt.

Tornatella simulata Sol. — Dreger p. 20 —, in Häring nicht selten. Boussac p. 383 Taf. XXII Fig. 57a nennt als Fundorte im Oligocän Lattorf, Westeregeln, Belgien, Clumanc und Le Vît de Castellane und Sassello. Die Art beginnt nach ihm schon im Yprésien und geht noch in das Rupélien — Weinheim, Morigny.

Scaphander dürfen wohl die von Dreger p. 29 als *Bulla* sp. angeführten und mit *B. multistriata* v. Koenen aus dem norddeutschen Oligocän verglichenen feingestreiften Gehäuse ge-

nannt werden. Sie haben einige Ähnlichkeit mit *Scaphander oligoturritus* Sacco von Sassello. Zur nämlichen Art gehören allenfalls auch die von Deninger als *Bulla striatella* Lamk. bestimmten Exemplare von Leitwang bei Kössen.

Cephalopoda.

Aturia Aturi Bast. von Gümbel als *Nautilus zigzag* Sow. von Häring angeführt. Der Verlauf der Scheidewände ist wie bei *Aturi* von Dax.

Nautilus cf. *cameratus* v. Koenen, Abhandl. preuß. geol. Landesanst. **10.** p. 997 Taf. LXII Fig. 12, 13. Dieser in Häring nicht seltene *Nautilus* hat schwach gewölbte Flanken und weit voneinander abstehende, wenig gekrümmte Scheidewände.

Spirulirostra obtusa n. sp. Naef. In Häring finden sich zuweilen Rostren dieses mit *Sepia* verwandten Cephalopoden, der mit *Belemnopsis anomala* Sow. — Cossmann, Loire inf. p. 164 Taf. I Fig. 34 — aus dem Eocän von Bois Gouet nahe verwandt ist. Das Unterende ist auf der Außenseite gekörnelt. Die Kammern erstrecken sich fast bis an die Spitze des Rostrums.

Crustacea.

Pollicipes Renevieri Mayer. In Häring finden sich zuweilen zerfallene Schalen dieses Cirripediers.

Palaega scrobiculata v. Ammon. Diese große Assel ist in Häring nicht allzu selten.

Decapoda gen. et sp. ind. In Häring kommen als Seltenheit Scherenteile von Krebsen vor.

Vertebrata.

Notidanus primigenius Ag. In Häring kommen zuweilen Zähne dieses Elasmobranchiers vor.

Carcharodon angustidens Ag., von Gümbel angegeben, auch von mir beobachtet.

Sirene gen. et sp. Im Zementmergel von Häring wurde vor etwa 30 Jahren das Skelett einer Sirene gefunden, das aber nicht aus der Matrix freigelegt werden konnte. Auch scheint der Kopf gefehlt zu haben oder verloren gegangen zu sein, weshalb eine nähere Bestimmung unmöglich ist.

	Oligocän										Eocän		Sonstige Fundorte
	Reut im Winkel	Häring	Ofen Kleinzell	Sangonini	Castelgomberto	Piemont	Französ. Alpen	Biarritz	Norddeutschland	Belgien	Pariser Becken	Reichenhall	Oberandorf	Priabona	
Trochocyathus aequicostatus Schaur.	+	+	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Roncá
— *Gümbeli* Reis	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *corniculoides* Reis	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *armatus* Mich.	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Turin
Paracyathus caryophyllum Lamk.	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Flabellum appendiculatum Brongn.	+	+	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Diplohelia	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Roncá
Cidaris	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Rhabdocidaris aff. *anhaltina* Gieb.	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	
— cf. *posthumus* Pav.	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Conoclypeus Mitterері Schl.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Linthia aff. *trinitensis* Bittn.	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Trachypatagus Meneghinii Desor	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Trient, Spilecco, Eocän
Rhynchonella aff. *polymorpha* Mass.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Terebratula Seguenzae Dav.	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Gryphaea Brongniarti Bronn	·	+	·	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	Palarea, Biarritz

Ostrea gigantica Sol.	+	+	·	·	+	·	+	+	·	·	·	+	+	+	Palarea, Biarritz, Kressenberg, Lutétien etc.
Cyclostreon parvulum Gümb.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Anomia	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Spondylus cisalpinus Brongn.	+	+	·	·	+	+	+	+	?	·	+	+	+	+	Istrien
— *Buchi* Phil.	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	+	·	+	La Palarea, Kalinowka, Biarritz, Lutétien
Lima Maraschini Oppenh.	+	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *Gümbeli* Mayer	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *Szaboi* Hofmann	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Pecten corneus Sow.	+	+	·	·	·	·	+	+	+	·	·	+	+	+	Yprésien—Bartonien
— *Telleri* Deninger	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Gradisca
— *semiradiatus* Mayer	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *Bronni* Mayer	·	+	+	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	
— *Hoernesi* Mayer	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *biarritzensis* d'Arch.	+	+	+	+	+	·	+	+	?	·	·	+	+	·	Palarea, Biarritz, Französische Alpen, Priabonien
— *arcuatus* Brocchi	+	+	·	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	
Avicula cf. *media* Sow.	·	?	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	
Modiola sp.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Lithodomus sp.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Crenella Deshayesi Mayer	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Pinna hungarica Mayer	·	+	+	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Arca tirolensis Mayer	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *asperula* Desh.	·	?	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Auversien
— cf. *Sandbergeri* Desh.	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	+	·	·	·	Weinheim

	Oligocän										Eocän			Sonstige Fundorte
	Rent im Winkel	Häring	Ofen Kleinzell	Sangonini	Castelgomberto	Piemont	Französ. Alpen	Biarritz	Norddeutschland	Belgien	Pariser Becken	Reichenhall	Oberaudorf	Priabona	
Arca aff. *quadrilatera* LAMK.	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Lutétien
Pectunculus pulvinatus LAMK.	+	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Lutétien—Auversien
Limopsis scalaris SOW.	·	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	+	Französische Alpen, Priabonien
Nucula div. sp.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *haeringensis* DREG.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Solenomya haeringensis DREG.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Cardita imbricata LAMK.	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Lutétien, Paris, Kressenberg
— *Laurae* BRONGN.	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Astarte	+	+	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	
Crassatella cf. *sulcata* LAMK.	+	+	·	+	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	
— cf. *carcarensis* MICHEL.	?	+	·	·	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	Lutétien
Pecchiolia argentea MARTI.	+	+	·	·	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	
Cryptodon Rollei MAYER	·	+	+	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	
Lucina raricostata HOFM.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— sp.	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *rectangulata* HOFM.	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
— *Mitterері* MAYER	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	

Lucina cf. *gigantea* Desh.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lutétien
Corbis?	.	+	.	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cardium oenanum Gümb.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	
— *tirolense* Mayer	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *Pasinii* Schaur.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Isocardia cyprinoides Braun	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
Cytherea splendida Merian	+	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	
— *Beyrichi* Semper	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
— *incrassata* Sow.	+	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	Rupélien—Chattien
Tellina budensis Hofm.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *Nysti* Desh.	?	.	.	?	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	Chattien
— sp.? *Gobraeus pudicus* Br.?	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
Siliqua sinuata Gümb.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Glycimeris haeringensis Dreg.	.	+	.	.	.	?	?	.	.	.	.	.	.	.	
Pholadomya subalpina Gümb.	.	+	+	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *rugosa* Hantken	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Thracia Gümbeli Dreg. sp.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Neaera scalarina Mayer	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Teredo Beyrichi Mayer	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dentalium haeringense Dreg.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
Patella div. sp.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Emarginula Kittli Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Pleurotomaria Sismondai Goldf.	+	+	?	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
Turbo cf. *Asmodei* Brongn.	?	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Niederhorn, Auversien
— *tuberculosus* Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— cf. *clausus* Fuchs	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

	Oligocän												Eocän			Sonstige Fundorte
	Reut im Winkel	Häring	Ofen Kleinzell	Sangonini	Castelgomberto	Piemont	Französ. Alpen	Biarritz	Norddeutschland	Belgien	Pariser Becken	Reichenhall	Oberaudorf	Priabona	
Delphinula (Adeorbis)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Trochus Lucasianus Brongn.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	Waadt, Thun, Obereocän
— *demersus* Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *subcarinatus* Lamk.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	Weinheim, Chattien
Solarium cf. *Dumonti* Nyst	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
Xenophora subextensa d'Orb.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
— *cumulans* Brongn.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	La Palarea, Paris, Obereocän
Natica crassatina Desh.	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	Rupélien, Chattien
— *angustata* Grat.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	Gaas, Oligocän, Weinheim
— *gibberosa* Grat.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	„ „
— *auriculata* Grat.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	„
Sigaretus cf. *clathratus* Recluz	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	„ „
Calyptraea cf. *striatella* Nyst	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	Rupélien, Chattien, Colli Berici
Hipponyx	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Turritella asperula Brongn.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *incisa* Brongn.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Scalaria Rodleri Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Scalaria subulata Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Vermetus gracilis Mayer	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lutétien
Siliquaria aff. *sulcata* Defr.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gaas
Diastoma Grateloupi d'Orb.	+	?	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cerithium Dregeri Boussac	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— sp.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Weinheim, Chattien
— *dentatum* Defr.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Strombus radix Brongn.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Miesbach, Flonheim
Chenopus pescarbonis Brongn.	.	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	
Rostellaria Haueri Dreg.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
Cypraea sp.	+	.	.	?	?	.	.	.	?	.	.	.	.	.	
Cassidea ambigua Sol.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	Priabonien, Französische Alpen
— *Fuchsi* Boussac	.	+	.	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cassis cf. *aequinodosa* Sandb.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Weinheim
Cassidaria Buchi Boll.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	Colli Berici
— *haeringensis* Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ficula condita Brongn.	.	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	
Tritonium haeringense Dreg.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Murex Gümbeli Dreg.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— aff. *tricarinatus* Lamk.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lutétien
— sp.	.	+	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.	.	
Fusus Mittereri Dreg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.	
— cf. *Koninckı* Nyst	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
— cf. *elongatus* Nyst	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
— aff. *scalarinus* Desh.	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lutétien
— *polygonatus* Brongn.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lutétien

	Oligocän											Eocän			Sonstige Fundorte
	Reut im Winkel	Häring	Ofen Kleinzell	Sangonini	Castelgomberto	Piemont	Französ. Alpen	Biarritz	Norddeutschland	Belgien	Pariser Becken	Reichenhall	Oberaudorf	Priabona	
Fusus aff. *longaevus* LAMK.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Columbella nassoides BELL.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ancillaria olivaeformis DREG.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Voluta aff. *suturalis* NYST	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *semigranosa* NYST	.	?	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
Lyria decora BEYRICH	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
Cancellaria evulsa SOW.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	Bartonien
Pleurotoma cf. *Morreni* DE KON.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
— *haeringensis* DREG.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
— *Dregeri* BOUSSAC	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Tornatella simulata SOL.	.	+	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	Yprésien—Rupélien
Scaphander	+	+	.	.	.	?	.	.	?	.	.	.	.	.	
Aturia Aturi BAST.	.	+	.	.	.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	Dax
Nautilus cf. *cameratus* V. KOEN.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
Spirulirostra obtusa NAEF.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bois Gouët

Die Crustaceen und Wirbeltiere können hier vernachlässigt werden.

Wie ich in der Einleitung erwähnte und wie auch aus der umstehenden Tabelle zu ersehen ist, unterscheiden sich die Faunen von Reut im Winkel—Kössen von der Häringer nicht unwesentlich durch ihre Zusammensetzung, was jedoch nicht etwa auf wirklicher Altersdifferenz, sondern lediglich auf der verschiedenartigen Ausbildung der Schichten beruht, welche diese Fossilien enthalten, also auf der Verschiedenheit der Fazies.

Von den hier nicht berücksichtigten Stockkorallen abgesehen ist die Fauna von Reut im Winkel—Kössen erheblich ärmer als die von Häring. Sie zählt 4 Einzelkorallen-, etwa 24 Lamellibranchiaten- und 25 Gastropoden-, die von Häring besteht aus 6 Einzelkorallen-, 6 Seeigeln-, 2 Brachiopoden-, 55 Lamellibranchiaten- und 47 Gastropodenspezies und außerdem kommen 2 Nautiliden, mehrere Crustaceen und Wirbeltiere vor. Von den Einzelkorallen hat Reut im Winkel zwei Drittel mit Häring gemein, dagegen fehlen Seeigel, Brachiopoden, Cephalopoden und Crustaceen sowie Wirbeltiere anscheinend vollständig, und von den Lamellibranchiaten gehören 18, von den Gastropoden etwa 12 auch der Fauna von Häring an. Trotz der relativ geringen Artenzahl hat also doch Reut im Winkel mit Häring ungefähr die Hälfte seiner Arten gemein. Die Unterschiede bestehen jedoch nicht nur darin, daß an der ersteren Lokalität gewisse Gattungen oder doch Arten vorkommen, wie *Turritella* und gewisse Cerithien, die in Häring fehlen und umgekehrt, wo u. a. *Amussium* und *Lima* und die siphonostomen Gastropoden entschieden vorherrschen, sondern auch darin, daß selbst jene Formen, welche beiden Lokalitäten gemeinsam sind, z. B. *Cardium*, *Pectunculus*, *Strombus* und *Natica* in der Reut im Winkeler Fauna einen außerordentlichen Individuenreichtum aufweisen, während sie in der Häringer mehr oder weniger zu den Seltenheiten gehören. Nichtsdestoweniger genügen jedoch die immerhin nicht wenigen, beiden Fundorten gemeinsamen Arten, um die vollkommene Gleichalterigkeit beider Faunen sicherzustellen. Die Unterschiede beruhen eben nur auf der Faziesverschiedenheit.

Wenn wir andere Lokalitäten zum Vergleiche heranziehen, so ergibt sich große Ähnlichkeit zwischen der Fauna von Häring und jener aus dem Kleinzeller Tegel bei Budapest

einerseits und der von Reut im Winkel und den vicentinischen — Sangonini und Castelgomberto — andererseits. Es kommen zwar sehr viele Arten des Vicentin auch in Häring vor, aber in Reut im Winkel treffen wir auch solche, welche in Häring fehlen, wie die Turritellen, oder doch recht selten sind, wie die Cerithien, *Natica* und *Strombus*. Geringer wird die Zahl der gemeinsamen Arten, wenn wir die Faunen der weiter westlich gelegenen Fundorte Dego, Sassello in Piemont, in den französischen Alpen und von Biarritz betrachten, was sich nicht nur allenfalls durch die größere Entfernung, sondern auch z. T. durch die Artenarmut einiger dieser Faunen erklärt. Dagegen hat namentlich Häring wieder auffallend viele Arten mit dem Oligocän von Norddeutschland — Lattorf, Westeregeln etc. — und von Belgien — Kleyn Spauwen etc. — gemein. Es gilt dies namentlich von den siphonostomen Gastropoden. Wir sehen hierin wieder deutlich den Einfluß der Fazies, denn auch dort haben wir es mit der Tierwelt eines verhältnismäßig tiefen Meeres und schlammiger Absätze zu tun.

Die Ähnlichkeit der Fazies und die hiedurch bedingte, allerdings mehr scheinbare Ähnlichkeit der Fauna war der Grund, weshalb man die Ablagerungen von Reut im Winkel—Kössen für gleichaltrig hielt mit jener von Reichenhall, namentlich die außerordentliche Ähnlichkeit der Korallenfaunen dieser Fundorte war auf diese irrige Annahme von großem Einfluß. Es ist ein Verdienst von Boussac, daß er schon auf Grund der Nummulitenarten diese Annahme widerlegte und auch an anderen Beispielen die Altersverschiedenheit dieser Faunen feststellte. Aber selbst die Korallenfaunen zeigen so erhebliche Unterschiede, daß von einer Gleichaltrigkeit der Reut im Winkeler und Reichenhaller Ablagerungen nicht mehr die Rede sein kann. Das ungewöhnlich reiche Material von Hallturm, welches mir zur Untersuchung vorlag, ergab so wesentliche Abweichungen, daß man sicher nicht mehr bloß von faziellen Unterschieden sprechen kann. Wie ich schon oben bemerkte, sind die Hydnophyllien, welche in Reut im Winkel sicher die Hälfte aller Korallenindividuen ausmachen, bei Hallturm überaus selten — ein Exemplar! —, dagegen fehlen die bei Hallturm so überaus häufigen *Heliopora* bei Reut im Winkel vollständig und umgekehrt in Hallturm *Madrepora*

und die *Porites*, und die *Actinacis* zeigen andere Formen. Viel schlagender ist jedoch die Verschiedenheit der Lamellibranchiaten- und Gastropodenfauna. Es würde jedoch zu weit führen, auf diese Verhältnisse näher einzugehen. Es dürfte genügen, darauf hinzuweisen, daß nur bei Reichenhall und Oberaudorf die für das geologische Alter so bezeichnenden *Rostellaria goniophora* und *Rimella fissurella* sowie *Pectunculus Jaquoti* vorkommen und fast alle übrigen Lamellibranchiaten- und Gastropodengattungen durch andere Arten vertreten sind. Nur die auch anderwärts durch mehrere Horizonte gehenden Arten wie *Ostrea gigantica*, *Gryphaea Brongniarti*, *Spondylus cisalpinus*, *Pecten corneus* und *biarritzensis*, ferner *Cytherea incrassata* und *Trochus Lucasianus* finden wir sowohl bei Reichenhall und Oberaudorf als auch bei Reut im Winkel—Kössen und Häring. Für alle diese Ablagerungen ist jetzt das geologische Alter vollkommen sichergestellt. Bei Reichenhall und Oberaudorf gibt es nur Obereocän, Priabonien, bei Reut im Winkel—Kössen und Häring dagegen gehören alle marinen Schichten dem Unteroligocän, dem Lattorfien, an, was sich auch deutlich ausprägt durch die Anwesenheit von *Nummulites Fabiani* und cf. *striatus* sowie von *Orthophragmina* bei Reichenhall und durch die von *Nummulites Bouillei* und cf. *intermedius* und das Fehlen von *Orthophragmina* bei Reut im Winkel und Kössen.

Die geologischen Verhältnisse von Häring und Reut im Winkel—Kössen werde ich an anderer Stelle noch eingehender schildern, ich will hier nur kurz darauf hinweisen, daß wir es im Becken von Häring mit Schlammablagerungen in relativ beträchtlicher Tiefe, in dem von Reut im Winkel—Kössen dagegen mit Strandbildungen von sehr geringer Tiefe, abgelagert an einer felsigen Küste, zu tun haben. Diesen topographischen und bathymetrischen Verhältnissen entspricht nun auch der Charakter der Faunen von Reut im Winkel—Kössen und der Häringer Uferbildungen einerseits und der Zementmergel von Häring andererseits.

Was zunächst die Nummuliten und die Foraminiferen betrifft, so lebten sie in ganz seichtem Wasser, ja es kann sogar zeitweise der Fall gewesen sein, daß sich das Wasser ganz

zurückzog. Die Korallen konnten nur in geringer Tiefe existieren. Nach J. Walther — Einleitung in die Geologie p. 213 — gibt es keine lebenden Korallen mehr in einer Tiefe über 90 m. Aus der Zusammensetzung der Korallenfauna dürfen wir jedoch den Schluß ziehen, daß die Tiefe sogar wesentlich geringer war, denn wir finden hier viele Vertreter der Gattungen *Porites*, *Madrepora* und *Stylophora*, von denen die erste heutzutage allerhöchstens noch in einer Tiefe von 73 m, die zweite nur bis zu 49 und die letzte nur bis in einer Tiefe von 58 m lebend angetroffen wird. In der Regel kommen sie jedoch in ganz seichtem Wasser von 1 bis durchschnittlich 20 m vor, und zwar findet sich *Stylophora* auf der Innenseite und *Madrepora* auf der Außenseite des Riffes, *Porites* dagegen teils frei im Riffsand, teils bildet er selbst Riffe. Daß es im Reut im Winkel—Kössener Becken und am Rande des Häringer Beckens wirklich zur Bildung eines Riffes kam, möchte ich fast bezweifeln, ich glaube eher, daß sich nur zeitweilig kleine Korallenrasen bildeten, die aber bald wieder von der Brandung und den groben Geröllen zertrümmert wurden, während bei Hallturm während des Obereocäns zweifellos ein typisches Riff existierte. Die dickschalige *Ostrea gigantica* lebte sicher auch in geringer Tiefe. Der Umstand, daß fast nur Bruchstücke dieser Schalen gefunden wurden, spricht für die Heftigkeit der Brandung. Auch die ziemlich massiven *Pecten Telleri* und *biarritzensis*, *Spondylus cisalpinus* und die zahlreichen *Pectunculus* bedurften nach Analogie ihrer nächsten lebenden Arten — Walther p. 391—431 — schwerlich größerer Tiefe, denn letztere sind schon von 1 m abwärts anzutreffen und gehen im Maximum nur ausnahmsweise tiefer als 100 m. Ganz sicher waren auch *Crassatella* und die zahlreichen Cardien Seichtwasserbewohner, und noch mehr gilt dies von den massenhaft vorkommenden dickschaligen *Natica*, von den Cerithien, von *Diastoma* und von *Strombus radix*, dessen lebende Verwandte nach Walther p. 496 sogar nur in Tiefen von höchstens 18 m vorkommen und selbst tagelang außer Wasser leben können. Auch *Trochus*, *Turbo* und *Turritella* sind zum größten Teil Bewohner von sehr seichtem Wasser. Eine Bestätigung für die geringe Tiefe bietet namentlich die Lokalität Leitwang, wo *Pectunculus* und *Strombus*

radix an Individuenzahl alle übrigen Molluskenarten übertreffen. Ich glaube unter diesen Umständen nicht zu irren, wenn ich der ehemaligen Bucht von Reut im Winkel eine Maximaltiefe von etwa 30, höchstens 50 m zuschreibe.

Sehr beträchtlich war nun sicher auch die Tiefe der Bucht von Häring nicht, für größere Tiefe sprechen allenfalls die Häufigkeit von *Amussium*, von dem in der Gegenwart nur *pleuronectes* zwischen 36—57 m vorkommt, während die übrigen höchstens bei 50, in der Regel aber erst bei 1000 m vorkommen. Das kleine *Amussium Bronni* findet sich zwar recht oft in den plattigen Mergeln am Ostrande des Beckens, aber es sind das augenscheinlich angeschwemmte leere Schalen, entweder nur unpaare oder aufgeklappte paarige, während im eigentlichen Zementstein auch geschlossene gefunden wurden. Von den übrigen häufigeren Muscheln sind die kleinen *Lima Gümbeli* kaum für Schlußfolgerungen verwendbar, da sie wahrscheinlich frei im Wasser schwammen wie die lebenden *inflata* und *hians*, und *L. Szaboi* hat in der Gegenwart überhaupt keinen näheren Verwandten. Dagegen deutet *Pholadomya* mit ziemlicher Bestimmtheit auf verhältnismäßig tiefes Wasser, die lebenden gehen höchstens bis 120—150 m herauf. *Lucina Mittereri* und die Tellinen würden nach Analogie mit lebenden Formen nur in geringer Tiefe leben. Sie eignen sich jedoch überhaupt recht wenig für Tiefenbestimmung, da es offenbar immer nur leere Schalen sind, die auch verschwemmt sein können. Die übrigen Lamellibranchiaten lassen sich schon wegen ihrer Individuenarmut kaum für Schätzung der Tiefenverhältnisse verwenden. Unter den Gastropoden sind die häufigsten *Xenophora*, *Chenopus pescarbonis*, *Rostellaria Haueri*, *Cassidaria Buchi*, *haeringensis*, *Cassidea ambigua*, *Murex Gümbeli*, *Ancillaria olivaeformis*, *Pleurotoma haeringensis* und *Tornatella*. Von diesen findet sich der nach Walther noch lebende *Chenopus pescarbonis* in einer Tiefe von 18—182 m, für *Rostellaria* liegen keine Angaben vor, *Cassidaria* lebt nach Analogie mit *echinophora* in einer Tiefe von 7—82 m, *Ancillaria* bewohnt schlammigen Grund bei etwa 20—90 m, *Murex*, *Phyllonotus* geht in bedeutende Tiefe, von den Pleurotomen ist keine zum Vergleiche verwendbar, auch *Cassidea* eignet sich nicht, da mir über näher verwandte Arten keine Tiefenangaben vor-

liegen, *Xenophora* lebt vorwiegend in größerer Tiefe, einige Arten allerdings nur in Seichtwasser, und *Tornatella* bewohnt ebenfalls Seichtwasser, manche Arten gehen aber auch bis weit über 100 m.

Wenn nun auch diese Vergleiche mit dem Vorkommen lebender Arten nicht vollkommen entscheidend sind, so sprechen sie doch auch nicht gegen die Annahme, daß die Häringer Meeresbucht etwas tiefer war als die von Reut im Winkel—Kössen.

Eine Bestätigung dieser Annahme gewähren uns die Seeigel von Häring, denn von der mit ihnen verwandten Gattung *Spatangus* lebt *purpureus* zwischen 1—820 m, die übrigen jedoch zwischen 30—80 m und einer sogar erst zwischen 180 und 550 m. Dagegen erfordert die Anwesenheit der Einzelkorallen *Trochocyathus* und *Flabellum* keineswegs besondere Tiefe, denn *Trochocyathus philippinensis* lebt zwischen 30 und 55 m und *Flabellum*-Arten gibt es schon zwischen 1—73 m — *Stokesi* —, zwischen 10 und 18 m — *irregulare* — und bei 82 m — *latum* — Walther, l. c. p. 284, 295. Auch die relative Häufigkeit von *Nautilus* läßt sich nur mit der Annahme einer gewissen Tiefe vereinbaren, denn es ist wirklich nicht einzusehen, woher etwa leere *Nautilus*-Schalen hätten eingeschwemmt werden können, die Tiere müssen wohl doch im Häringer Becken selbst gelebt haben.

Ich werde kaum allzuweit fehlgehen, wenn ich der Bucht von Häring die doppelte Tiefe der Reut im Winkel—Kössener Bucht zuschreibe, also im äußersten Maximum etwa 100 m.

Noch besser als mit den Tiefenverhältnissen steht der Charakter der Fauna mit der Beschaffenheit der Sedimente im Einklang. Es sind vorwiegend Tiere, welche schlammigen Grund lieben, so die Einzelkorallen, die Seeigel, die große *Lima Szaboi, Pinna, Pholadomya, Dentalium, Fusus.* Gerade unter den siphonostomen Gastropoden treffen wir auch solche, welche entweder im tonig ausgebildeten Unteroligocän von Lattorf und Kleyn-Spauwen vorkommen oder doch dort durch nahe verwandte Arten vertreten sind. Der Kalkschlamm ist in der Hauptsache Detritus von anstehenden Kreideschichten — Gosauablagerungen und Senonmergeln —, welche im Becken von Reut im Winkel und Kössen vollständig fehlen. Statt

der Ablagerung von Zementmergeln kam es hier nur zur Bildung sandig-mergeliger Lagen, dem Detritus der angrenzenden Triaskalke und des Dolomit, aus welchen die Ufer bestanden, welchem nur gelegentlich Schlamm aus Neocommergeln beigemengt wurde.

Wir haben uns zum Schluß noch mit der Frage zu beschäftigen, woher die Fauna von Reut im Winkel—Kössen und jene von Häring stammt. Für einen nicht unbeträchtlichen Teil der Faunenelemente läßt sich diese Frage leicht beantworten, denn es handelt sich bei ihnen um Arten, welche auch schon im Obereocän des Reichenhaller und Oberaudorfer Beckens existiert haben. Es gilt das für fast sämtliche Anthozoen, für die Ostreen, für *Pecten corneus* und *biarritzensis*, *Spondylus cisalpinus* und *Buchi*, *Avicula media*, *Lucina mutabilis*, *Cardium oenanum*, *Cytherea incrassata*, *Trochus Lucasianus* und *Fusus longaevus*. Nicht wenige Arten dürften auch aus solchen des Reichenhaller und Oberaudorfer Eocän entstanden sein. So besteht keine besondere Schwierigkeit, *Pinna hungaria* von *multisulcata*, *Pectunculus pulvinatus* von *striatissimus*, *Cardium tirolense* von *alpinulum*, *Pholadomya subalpina* von *Puschi*, *Dentalium haeringense* von *nicense*, *Turbo clausus* und *Asmodeus* von *Saissei*, *Xenophora cumulans* von *Gravesi*, *Natica auriculata* von *Garnieri*, *Turritella asperula* von *imbricataria*, *Diastoma Grateloupi* von *costellatum*, *Rostellaria Haueri* von *spirata*, *Cassidea ambigua* von *Thesei*, *Cassidaria haeringensis* von *Deshayesi* und vielleicht auch den *Scaphander* sp. von *S. Fortisi* abzuleiten. Natürlich müßte diese Umwandlung der älteren in die jüngere Art auch in allen übrigen voneinander abgeschnürten Becken selbständig vor sich gegangen sein, wir hätten also mit einer Art von polyphyletischer Entstehung zu rechnen. Für viele andere Arten reicht jedoch diese Erklärung nicht aus, wir sind vielmehr gezwungen, eine Einwanderung anzunehmen. Nur auf Einwanderung läßt sich die Anwesenheit der Seeigel, der Brachiopoden, der *Lima-* und *Parvamussium*-Arten, von *Crenella*, *Arca*, *Limopsis*, der Mehrzahl der Lucinen, von *Cardium Pasinii*, *Cytherea splendida*, der meisten Tellinen, von *Siliqua* und *Neaera* zurückführen, auch *Pleurotomaria*, *Solarium*, *Trochus subcarinatus*, *Xenophora subextensa*, *Natica angustata*, *Sigaretus*, *Calyptraea*, *Scalaria*,

Cerithium, *Strombus*, *Chenopus*, *Cassidea Fuchsi*, *Tritonium*, *Murex*, die meisten *Fusus*, *Columbella*, *Voluta* und die Pleurotomen, vor allem aber die Nautiliden müssen von auswärts gekommen sein. Manche von diesen Arten haben freilich schon im Obereocän oder sogar schon früher im Pariser oder im Adour-Becken, oder auch im Gebiet der Westalpen oder des Vicentin gelebt, so *Limopsis scalaris*, *Cardita imbricata*, *Lucina gigantea*, *Crassatella sulcata*, *Pleurotomaria Sismondai*, *Cancellaria evulsa*, *Natica crassatina*, *Murex tricarinatus*, *Lyria decora* und *Tornatella*, und *Nautilus cameratus* dürfte dem *vicentinus* nicht allzuferne stehen. Es bedurfte bei diesen Arten nur einer kurzdauernden Verbindung mit dem nordalpinen Becken, um sich auch hier anzusiedeln, dagegen erforderte das Eindringen der erst im Oligocän im Pariser Becken, in Belgien und Norddeutschland sowie der im Vicentin und in Ungarn auftretenden Arten doch eine etwas andere Verteilung von Wasser und Land. Zum mindesten sollte man eine Verbindung von Nordwesten sowie von Osten her erwarten. Die erstere ermöglichte das Eindringen der sonst auf das Pariser Becken, Belgien und Norddeutschland beschränkten Arten, die letztere war notwendig für die Einwanderung der Arten aus dem Ofener Becken, welches in Verbindung stand mit dem Vicentin. Daß in Ungarn manche Arten des Vicentin fehlen, z. B. *Strombus radix*, *Turbo clausus* und *Asmodeus*, *Cytherea splendida*, *Crassatella carcarensis*, *Pectunculus pulvinatus*, erklärt sich durch die Verschiedenheit der Fazies. Die Tiere konnten als Bewohner steinigen Grundes zwar nicht in dem Meerbusen leben, in welchem die Mergel zum Absatz gelangten, dagegen besteht kein Grund, weshalb nicht wenigstens ihre flottierenden Larven diese für die fertigen Tiere ungeeigneten Stellen passiert haben sollten, bis sie in solche Verhältnisse kamen, wo sie sich normal weiterentwickeln konnten wie in ihrer ursprünglichen Heimat. Natürlich wäre die Verbreitungsmöglichkeit durch Wanderung der Larven nicht bloß für die Lamellibranchiaten und Gastropoden, sondern auch für die Echinodermen gegeben, allenfalls auch für die Anthozoen, die Cephalopoden jedoch verbreiteten sich als fertige Tiere.

Diese letzte Gruppe ist es namentlich, welche auch auf Beziehungen zum norddeutschen, eventuell auch dem hiemit

in Verbindung stehenden belgischen und französischen Oligocänbecken schließen läßt, denn nur hier treffen wir *Nautilus* bezw. *Aturia* und *Spirulirostra*. Auch viele Gastropoden, z. B. *Solarium*, *Pleurotomaria*, *Calyptraea*, *Cassidaria Buchi*, mehrere Arten von *Fusus*, *Voluta*, *Lyria*, *Cancellaria* und *Pleurotoma* von Häring, sowie unter den Lamellibranchiaten *Arca* cf. *Sandbergeri* und *quadrilatera*, *Isocardia*, *Cytherea Beyrichi* wären, soferne die Bestimmungen Dreger's richtig sind, was ich allerdings an dem mir zugänglichen Material nur für die häufigeren dieser Formen bestätigen kann, aus Norden resp. Nordwesten gekommen oder doch aus Arten dieses Oligocänmeeres entstanden. Diese Annahme einer Verbindung des Beckens von Häring und des mit ihm allerdings nur lose zusammenhängenden von Reut im Winkel—Kössen einerseits und dem Becken von Norddeutschland, Belgien und Nordfrankreich andererseits bietet freilich große Schwierigkeiten, weil diese letzteren Becken doch recht weit entfernt sind. Im Rupélien, dem Mitteloligocän, wäre ein solcher Zusammenhang viel leichter möglich gewesen, weil sich damals das Meer südlich bis Basel und selbst bis Solothurn erstreckte und daher eine Kommunikation mit dem alpinen Flyschmeere recht gut denkbar wäre. Dagegen gab es während des Lattorfien im Elsaß nur limnische anstatt mariner Ablagerungen, so daß auch das Flyschmeer im Gebiet der heutigen Westalpen und am Nordrand der Ostalpen wohl nur im Südwesten und namentlich im Osten, in Ungarn, mit den Ausläufern des südalpinen Lattorfienmeeres zusammentreffen konnte. Das Auftreten solcher Arten in Häring, welche man sonst nur in Norddeutschland, Belgien oder gar nur in Nordfrankreich gefunden hat, erscheint daher ziemlich rätselhaft, allein es ist doch auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sie wenigstens z. T. eben doch nur bis jetzt in der Ofener—Kleinzeller Fauna übersehen wurden, zudem handelt es sich auch nur um verhältnismäßig wenige Arten. Daß das Flyschmeer am Nordrande der Ostalpen mit dem Becken von Reut im Winkel—Kössen und von Häring in Verbindung stand, unterliegt kaum einem ernstlichen Zweifel, denn das Fehlen von unteroligocänen Fossilien im Flysch ließe sich dadurch erklären, daß dieses Sediment das Produkt von unterseeischen Schlammeruptionen darstellt. In

einem solchen Gebiete waren jedoch schwerlich günstige Existenzbedingungen für Mollusken, Seeigel und Korallen gegeben. Ich muß mich wirklich wundern, daß diese von Fuchs[1] aufgestellte, mir sehr einleuchtende Hypothese für die Entstehung des Flysches so ganz in Vergessenheit geraten konnte. Nur während der obersten Kreide konnten im Flyschmeere oder doch in nächster Nähe Inoceramen und Ammoniten leben, so daß wenigstens leere Schalen eingeschwemmt werden konnten. Im Eocänflysch dagegen wurden nur mehr vereinzelte Nummuliten in diese Schichten eingebettet, und der jüngste Flysch scheint ganz fossilleer zu sein. Wenn nun auch im Flyschmeer die Ansiedlung einer marinen Fauna ausgeschlossen war, so bestand doch kein Hindernis für die Existenz eines Planktons, und planktonische Larven von Mollusken und Echinodermen könnten ganz gut von einem Wohnbezirk durch das Flyschmeer in andere Meeresbuchten gewandert sein, wo sie sich zu Geschlechtsindividuen entwickelten und eine normale Fauna hervorbrachten. Freilich war das nordalpine Flyschmeer von dem Reut im Winkeler und Häringer Becken durch den äußeren Zug der bayrischen Kalkalpen getrennt, aber die Möglichkeit, daß in der Richtung des jetzigen Achentales und des mit ihm früher zusammenhängenden alten Inntales eine Senke in dieser Barriere vorhanden war, läßt sich kaum in Abrede stellen. An dieser Stelle konnten dann wenigstens bei Sturmfluten planktonische Larven in jene Becken gelangen und die uns hier überlieferte Unteroligocänfauna hervorbringen.

[1] Über die Natur des Flysches. Sitz.Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1877. 75.

Anomale Mündungen bei Inflaticeraten.

(Unter Berücksichtigung derselben Erscheinung bei anderen Mollusken.)

Von

Carl Stieler in Berlin.

Mit 9 Textfiguren.

Unter einer anomalen Mündung verstehe ich eine solche deren Vorderrand nicht dem Verlauf der Anwachslinien gleichgerichtet ist, der beim jeweiligen Tetrabranchiat vorherrscht.

Nach dieser Definition erscheint es erforderlich, kurz auf die Anwachslinien einzugehen. Die äußere Schalenschicht wird vom Mantelrand offenbar rein linear gebildet, d. h. das Tier baut in schmalsten Streifchen nach vorne, die praktisch als Linien zu betrachten sind. Jede Anwachslinie bedeutet einen Mundrand. Der Hinterrand eines solchen linearen Streifchens legt sich in der überwiegenden Mehrheit der Fälle dem Vorderrand des vorhergehenden an. Irgendwelche Begründung der Annahme von Michalski, die Schale habe sich flächenhaft und plastisch gebildet und sei dann in Falten gelegt worden[1], fand sich weder in der Literatur, noch sprachen die von mir untersuchten Stücke im geringsten dafür. Greift man bei einem in der normalen Spirale gewachsenen Tetrabranchiaten irgend zwei besonders markante Anwachslinien heraus, so sieht man, daß sie nicht parallel verlaufen, sondern in der Nabelregion am engsten stehen, auf der Bauchseite am weitesten

[1] Notizen über die Ammoniten. II. Zur Kenntnis der Parabelmündungen bei den Ammoniten und anderen Tetrabranchiaten. Mém. Com. Géol. Neue Serie. Lieferung 32. p. 119. Petersburg 1908.

voneinander entfernt sind. Man kann sich durch sie einen Anwachsstreifen begrenzt denken, der dann ein Gewölbe darstellt (man betrachtet ja nur die äußere Schalenschicht), das sich von Nabelnaht zu -naht über die Bauchseite spannt. Diese Verhältnisse sind sowohl bei *Nautilus pompilius* L. als auch bei Schalenexemplaren von Ammoniten zu beobachten. Ein besonders instruktives Stück fand ich in einem *Perisphinctes balinensis* Neum. von Balin, das im Geol. Institut der Universität Berlin liegt (s. später). Man kann innerhalb eines Anwachsstreifens auf der Bauchseite des Tieres eine Anzahl einzelner Anwachslinien unterscheiden, die, je näher gegen den Nabel, immer mehr verschwinden. Dieses Verschwinden ist nur z. T. dadurch bedingt, daß die einzelne Linie immer feiner wird und zuletzt nicht mehr verfolgt werden kann.

Das Tier baut, um in der normalen Spirale zu wachsen, in derselben Zeit in der Bauchregion ein erheblich breiteres Stück Schale als in der Nabelregion. Da der Bau, wie oben erwähnt, nicht flächenhaft vor sich zu gehen scheint, ist keine andere Möglichkeit, als daß in der Bauchregion eine viel größere Anzahl Anwachslinien (schmalste Streifchen) gebildet wird als in der Nabelregion. Die Bauchregion wächst ± stetig, die einzelnen Anwachslinien enden aber in verschiedener Höhe auf den Flanken, indem sie gegen den Nabel zu auskeilen, und nur, um gleichen Schritt mit dem Wachstum der Außenseite zu halten, erreichen einzelne von ihnen die Nabelnaht. Der Befund bestätigt diese Annahme: man erkennt ein „Dichotomieren" oder „Einschalten" von Anwachslinien gegen außen. Besser wäre gesagt: ein Auskeilen gegen den Nabel.

Bei Tetrabranchiaten mit einfachen Rippen ist die Tatsache ohne weiteres erklärlich, daß Rippen und Anwachslinien gleichgerichtet sind. Nur aus den eben geschilderten Verhältnissen heraus ist aber zu verstehen, daß auch bei Spaltrippen Rippenstamm wie die einzelnen Rippenäste in allen mir bekannten Fällen den zugehörigen Anwachslinien gleichgerichtet sind. Etwas modifiziert gilt dasselbe für Schaltrippen. Wie bereits früher[1] erwähnt, ist also als Entstehungsgebiet einer Rippe in normalen Fällen nicht die Nabel-, sondern die Außen-

[1] Stieler, Über sog. Mortoniceraten des Gault. p. 348 ff. Centralbl. f. Min. etc. Stuttgart 1920.

region aufzufassen. Nur aus Gründen der Nützlichkeit werden im folgenden die eingebürgerten Namen Schalt- und Spaltrippen beibehalten und nicht durch die genetisch der Sache gerechter werdenden Ausdrücke „erlöschende“ und „verschmelzende“ Rippen ersetzt.

Die eben genannte Beobachtung, daß Rippen und Anwachslinien gleichgerichtet sind, ist von größter Bedeutung, erlaubt sie doch, aus dem Verlauf der Rippen auf den der Anwachslinien zu schließen. Darauf wird später noch zurückzukommen sein.

Was ist nun aber als „vorherrschender Verlauf der Anwachslinien“ zu bezeichnen? Nicht jede Anwachslinie erreicht, wie oben ausgeführt, die Nabelnaht. Diese nur mehr „füllenden“ Anwachslinien müssen hier ausscheiden; man kann nur solche Anwachslinien zur Feststellung des vorherrschenden Verlaufs verwenden, die die Nabelnaht erreichen. Da lokale Schwankungen und Unregelmäßigkeiten immer vorkommen, besonders bei berippten Arten, empfiehlt es sich, nicht den Verlauf einer einzelnen Anwachslinie, sondern einen Anwachsstreifen zu betrachten, um aus ihm als Mittelwert den Normalverlauf festzustellen. Einen normalen Mundrand in des Wortes strengster Bedeutung zeigen nur solche Anwachslinien an, die sich von Nabelnaht zu -naht spannen. Auf derartige Mundränder stellen sich aber immer solche ein, die auf der Außenseite schon etwas vorgebaut sind, tiefer auf den Flanken aber noch den alten Mundrand verwenden. Man darf in solchen auskeilenden Anwachslinien aber doch nur Modifikationen des Normalverlaufs sehen, denn gerade durch sie wird ja erst erreicht, daß später wieder ein normaler Mundrand im engeren Sinne möglich wird. Bezeichnend ist eben, daß im Verlauf der Anwachslinien kein neues Prinzip sich einstellt. Im folgenden wird daher der Ausdruck „normaler Mundrand“ in des Wortes weiterer Bedeutung gebraucht.

Doch zurück zur Definition der anomalen Mündung. Nach ihr muß nicht jede verengte oder erweiterte Mündung eine anomale sein[1]. Anomale Mündungen treten teils als „letzte

[1] Mündungstypen wie bei *Lytoceras immane* Opp. sind nicht als anomal zu bezeichnen, cf. Neumayr, Über die Mundöffnung von *L. immane* Opp. Beitr. Pal. Österr.-Ung. u. Orients. 3. p. 101 ff. Taf. 20. Wien 1884.

Mündungen" ausgewachsener Individuen auf, teils kehren sie periodisch in der Ontogenie wieder (von kranken Individuen sei hier abgesehen). Es ist eine bekannte Tatsache, daß bei Arten, bei denen sowohl „letzte" wie „periodische" anomale Mündungen vorkommen, die erstere meist nicht die Form der letzteren besitzt. Teisseyre[1] schildert bei Perisphincten sogar den Fall, daß mehrere periodische anomale Mündungstypen bei einem und demselben Individuum vorkommen.

Oben wurde erwähnt, daß aus dem Verlauf der Rippen auf den der Anwachslinien geschlossen werden darf, also bei Normalrippen auch auf das Aussehen des normalen Mundrands. Treten periodisch oder am Ende der Wohnkammer Rippen abweichenden Verlaufs auf, so ist auch dann auf anomale Mündungen zu schließen, wenn die Schale nicht erhalten ist[2].

Die Inflaticeraten[3], die den folgenden Untersuchungen zugrunde gelegt sind, besitzen glatten Kiel, ihre Flanken sind berippt. Die Rippen beginnen auf der Außenseite kurz vor dem Kiel und erlöschen kurz vor der Nabelnaht. Von der Außenseite betrachtet stehen die Rippen korrespondierend. Von vielen Arten sind Schalenexemplare bekannt, aus denen hervorgeht, daß die normalen Rippen den Anwachslinien gleichgerichtet sind.

Jede normale Anwachslinie stellt einen normalen Mundrand dar, doch kommt immer abwechselnd zwei davon eine besondere Bedeutung zu: der Mundrand im Rippental war seitlich eng, der auf dem Rippenkamm seitlich weit[4] (dies gilt, etwas

[1] Über die systematische Bedeutung der sog. Parabeln bei Perisphincten. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. VI. p. 570 ff. Stuttgart 1889.

[2] In diesem Fall ist allerdings Vorsicht geboten, daß nicht Bildungen der inneren Schalenschicht mit Einschnürungen u. ä. der äußeren verwechselt werden.

[3] Stieler, a. a. O.

[4] Nun gibt es aber auch Ammoniten, bei denen die Rippen, von der Außenseite betrachtet, alternierend stehen. In solchen Fällen entspricht einem Rippental links ein Rippenberg rechts und umgekehrt. Bei Parkinsonien konnte ich beobachten, daß tatsächlich derselbe Anwachsstreifen, in dem links eine Rippe liegt, rechts ein Rippental und umgekehrt bildet. So kommt also eine derartige Berippung durch Pendeln der vordersten Partie des Weichkörpers zustande, ohne daß Verengung und Erweiterung der Mündung miteinander abwechseln. Ob dieser Weg immer eingeschlagen wird, sei allerdings dahingestellt. Theoretisch ist noch eine andere Er-

modifiziert, auch bei dem Vorhandensein von Rippengabelung oder von Schaltrippen). Seitlich enge und seitlich weite Mündungen wechseln so ständig miteinander ab, während die Kielregion starr weiterwuchs. Ähnlich starr wuchs auch die Nabelregion, nur etwas beeinflußt durch die Berippung des vorhergehenden Umgangs. Man gelangt also zu dem Bild, daß Kiel-[1] und Nabelregion unveränderlich in der normalen

klärung möglich, und bei manchen Formen kann man vermuten, daß diese zutrifft: daß nämlich die Mündung des Tieres nicht senkrecht zur Wachstumsrichtung steht, sondern dauernd eine Flanke vorgeschoben ist. Dann würden also doch Verengerung und Erweiterung der Mündung miteinander abwechseln. Dieser Erklärungsversuch klingt merkwürdig und doch muß er unter Umständen herangezogen werden. Man betrachte Ammoniten, z. B. *Perisphinctes biplex bifurcatus* Qu., bei denen die Bauchseite „Zickzackrippen" aufweist, d. h. derselbe Rippenast, der links vorderer Gabelast eines Rippenstamms ist, ist rechts hinterer Gabelast eines solchen und umgekehrt. Hier ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß der Mundrand des Tieres nicht senkrecht zur Wachstumsrichtung des Tieres lag, sondern schief, und zwar so, daß in stetem Wechsel einmal die rechte, einmal die linke Flanke vorgeschoben war. Legt man der Betrachtung einen bestimmten Fall zugrunde, so ist, folgend einem die Außenseite querenden Rippenast mit dessen Fortsetzung in den Rippenstämmen rechts und links, die Mündung durchgehend erweitert; in unserem Fall sei die linke Flanke vorgeschoben. Nun baut das Tier weiter, und zwar mit dem offensichtlichen Bestreben, die Asymmetrie auszugleichen. Hier tritt nun eine Erscheinung ein, die später auch bei Inflaticeraten geschildert wird immer aber nur eine Abweichung von der allgemeinen Regel darstellt: daß nämlich der Weiterbau nicht in der Bauchregion einsetzt. In unserem Fall ist anzunehmen, daß der Weiterbau in der rechtsseitigen Nabelregion beginnt, und zwar indem die bisher erweiterte Mündung verengt wird. Entsprechend dem Vorwachsen der rechtsseitigen Nabelregion überträgt sich Weiterbau und Verengung allmählich auf die Außenseite. Ist so ein Mundrand geschaffen, der senkrecht zur Wachstumsrichtung des Tieres steht, so ist der Mundrand von der Medianen nach links verschoben, links Rippenberg, rechts Rippental. Nun setzt rechtsseitig wieder Erweiterung der Mündung ein, auch sie überträgt sich auf die Außenseite und wenn sie so weit in dieser Richtung fortgeschritten ist, daß sie sich über die Außenseite hinweg gegen die linke Flankenpartie bemerkbar macht, verschmilzt sie mit dem während der ganzen Zeit unveränderten erweiterten Mündungsteil der linken Seite. Die Erweiterung umspannt nunmehr wieder das ganze äußere Gewölbe und unterscheidet sich von der, die zum Ausgangspunkt der ganzen Betrachtung gemacht wurde, nur dadurch, daß nunmehr die rechte Flanke vorgeschoben ist.

[1] Über das Verhalten der Kielregion auf der Wohnkammer des ausgewachsenen Tieres siehe später.

Spirale wachsen, während die Flankenpartien des Mantelrands beim Wachstum eine Wellenbewegung beschreiben. Die beiden obengenannten Mündungsformen sind durch alle Übergänge miteinander verbunden und fallen gleichfalls unter den Begriff der Mündung mit normalem Mundrand.

Bezeichnend für solche Stücke, die ausschließlich normale Mundränder besitzen, ist: jeder folgende Anwachsstreifen ist dem vorhergehenden geometrisch ähnlich, und jeder legt sich dem ganzen Vorderrand des vorhergehenden an.

Ehe weitergegangen wird, ist zu bemerken, daß im folgenden der Ausdruck „anomaler Mundrand" nicht für jede anomale Anwachslinie gebraucht wird, sondern nur für solche, die die Höchststufe der jeweilig örtlichen anomalen Entwicklung bedeuten.

Man kann bei den Inflaticeraten zwei anomale Mündungstypen unterscheiden: anomale letzte und anomale periodische. Bei beiden wird die Form der Anwachsstreifen plötzlich der vorherrschenden Form geometrisch unähnlich. Bei den periodischen tritt dazu, daß der Anwachsstreifen, der auf die anomale Mündung folgt, dem anomalen Mundrand nicht auf dessen ganzer Erstreckung anzuliegen braucht. Wie später gezeigt wird, ist es nicht erforderlich, daß gleich die ersten Anwachslinien, die diesen Anwachsstreifen bilden, völlig die Normalform besitzen. Sie sind vielmehr in ihrem Verlauf durch die anomale Mündung noch beeinflußt. Entscheidend ist nur, daß sie die Rückkehr zur Normalform einleiten.

Auf diese Dinge mußte so ausführlich eingegangen werden, weil sich in der Literatur eine Reihe von Unklarheiten breit gemacht hat, die einzeln zu widerlegen noch mehr Platz in Anspruch nehmen würde. Literaturzusammenstellung über diesen Stoff findet sich in der hinterlassenen Arbeit von Michalski[1].

Ausgezeichnete Rippen.

Mit diesem Ausdruck sollen Rippen bezeichnet werden, die sich durch besondere Stärke oder abweichenden Verlauf auszeichnen vor den normalen Rippen. Irgend ein Deutungsversuch ist in diesem Namen nicht enthalten. Solche aus-

[1] Notizen über die Ammoniten. II. Zur Kenntnis der Parabelmündungen bei den Ammoniten und anderen Tetrabranchiaten. Mém. Com. Géol. Neue Serie. Lieferung 32. Petersburg 1908.

gezeichneten Rippen kommen innerhalb der Gattung *Inflaticeras*[1] vor bei *cristatum* Deluc, *cornutum* Pict., selten bei *Bouchardianum* d'Orb.[2], noch seltener bei *inflatum* Sow. Im Stamm treten sie erstlich auf bei *Oxytropidoceras Delaruei* d'Orb.

Inflaticeras cristatum. Bei der Betrachtung des Materials fällt in erster Linie auf, daß die Normalrippen durchgängig gleichartig, die ausgezeichneten aber außerordentlich verschieden ausgebildet sind. Selbst innerhalb eines und desselben Individuums wechselt die Erscheinungsform der ausgezeichneten Rippen. Ferner verteilen sich die ausgezeichneten Rippen anscheinend völlig regellos, auch innerhalb des Individuums, so daß auf lange normal berippte Umgangsstücke solche folgen können, die eine Häufung ausgezeichneter Rippen aufweisen, genau so, wie es Exemplare mit vielen und solche mit nur vereinzelten ausgezeichneten Rippen gibt. Leider stehen mir von dieser Art nur Steinkerne zur Untersuchung zur Verfügung. Man ist aber um so mehr berechtigt, hier den Verlauf der normalen Anwachslinien als dem Verlauf der Normalrippen gleichgerichtet anzunehmen, als d'Orbigny[3] Taf. 88 Fig. 1 u. 3 einen normalen Mundrand abbildet (siehe auch später). Jede ausgezeichnete Rippe gabelt sich bei den typischen Stücken in 2—4 Äste. Die Gabelstellen sitzen ± hoch auf den Flanken, während bei den Normalrippen, soweit Gabelung überhaupt vorkommt, diese nahe dem Nabelrand statthat. Aus Fig. 1, einem besonders instruktiven Stück, geht, was ich durchgängig beobachten konnte, hervor, daß der eigentliche Stamm der ausgezeichneten Rippe sich im vordersten Ast fortsetzt, s. auch Pictet[4] Taf. 8 Fig. 3. Dieser Stamm mit dem vordersten

[1] Stieler, a. a. O. In dieser Arbeit findet sich eine Zusammenstellung der Gattungen und Arten der gekielten Gaultammoniten.

[2] Pictet, Descr. Moll. foss. grès verts ... Genf 1847. p. 96.

[3] Paléont. Franç. Terr. Crétacés. Paris 1840.

[4] Pictet, a. a. O. Das Stück fällt besonders durch die „Grübchen" auf. Einige Grübchen zeigt auch das in Fig. 1 dieser Arbeit abgebildete Stück, und zwar beiderseits (auf der nicht abgebildeten Seite deutlicher und in größerer Zahl) im oberen Drittel des der ausgezeichneten Rippe folgenden Rippentals. Ob diese Grübchen mit Nachlassen der Spannung des Mantelrandes beim Weiterbau (s. sp.) zu erklären sind, sei nicht be-

Ast ist weitaus höher als die normalen Rippen und die hinteren Gabeläste; sein Verlauf weicht von dem der normalen Rippen ab. Je stärker dies der Fall ist, um so größer ist die Zahl der Gabeläste, die nach hinten abzweigen. Diese hinteren Gabeläste nehmen von der Gabelstelle gegen die Kielregion, wo sie wie alle Rippen einschließlich des vorderen Gabelastes erlöschen, baldmöglichst Gestalt und Habitus der Normalrippen an. Der Stamm mit dem vorderen Gabelast stellt also eigentlich allein das aberrante Moment[1] dar, es sei als „anomale Rippe" bezeichnet. Doch wird sich später ergeben, daß diese „Rippe" nach ihrer Entstehung eigentlich gar keine Rippe ist.

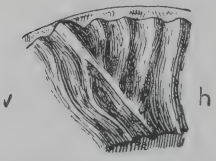


Fig. 1. Ausgezeichnete Rippe von *Inflaticeras cristatum* Deluc sp. Gault, Perte du Rhône. Samml. Geol.-pal. Institut Univ. Berlin. Natürl. Größe.

Die anomale Rippe besitzt einen scharfen Grat, der sogar derart ausgebildet sein kann, daß er nach hinten überhängt, die Rippe also überkämmt. Dieser Grat ist von besonderer Bedeutung. Ihm folgend denke man sich das Stück abgesägt. Man sieht dann die hintere Partie der anomalen Rippe sich trompetenförmig vom normalen Windungsquerschnitt entfernen. Diese hintere Partie aber stellt nichts anderes dar als den Ausguß einer trompetenförmig erweiterten Mündung. Ob der Grat das Vorderende der Trompete angibt, wird später zu besprechen sein.

Nach dieser Feststellung wird auch die Entstehung klar. Das Tier baute normal, einmal seine Mündung seitlich verengend: Normalrippental, einmal sie seitlich erweiternd: Normalrippe. Plötzlich tritt eine Änderung im Bau ein: in der Nähe des Nabels wird statt vorwärts nach auswärts gebaut. Die Hemmung des normalen Wachstums beginnt also in der Nabelregion. Nach dem oben über Anwachslinien Gesagten muß man sich vorstellen, daß die auf die Außenseite beschränkten Streifchen sich in durchaus normalem Verlauf an

hauptet. Vielleicht stehen sie genetisch der „Spiralskulptur" nahe, die viele Inflaticeraten, am ausgeprägtesten *elobiense* Szajn. zeigen. Allerdings tritt, im Gegensatz zu *cristatum*, diese Spiralskulptur auf den Rippen besonders stark in Erscheinung.

[1] Dasselbe beobachtet Teisseyre bei Perisphincten, a. a. O. p. 580.

ihre Vorgänger anlegten. Diejenigen, die die Nabelregion erreichten, legten sich dort so an, daß sie sich aus dem normalen Windungsquerschnitt entfernten. Dadurch wurde die Nabelregion seitlich immer mehr erweitert, und, um sich an die erweiterte Partie anlegen zu können, mußten die folgenden Anwachsstreifchen immer früher den normalen Windungsquerschnitt verlassen. Die Erweiterung überträgt sich so ganz allmählich vorwärts-kielwärts auf die Flanken. In der Nähe des Kiels, wo, wie bereits erwähnt, immer starr weitergebaut wird, hört auch die Erweiterung auf.

Von allergrößter Bedeutung für die Gestalt der so entstehenden anomalen Mündung ist der Umstand, ob die Erweiterung auf kleiner Erstreckung in der Nabelregion begann oder gleichzeitig auf der ganzen Länge der Flanken. Für den letzteren Fall ist die Figur von Pictet[1] Taf. 8 Fig. 4 das Schulbeispiel.

Hier tritt der Fall ein, daß nicht vom Grat der anomalen Rippe sich Spaltrippen nach hinten abzweigen, es stellen sich vielmehr Schaltrippen ein, die vom Grat durch eine glatte Fläche getrennt sind. Diese Schaltrippen unterscheiden sich auf der Bauchseite in nichts von normalen Rippen. Diese Bildung ist so zu deuten, daß sich auf der Bauchseite die Anwachsstreifchen durchaus normal aneinanderlegten, auf den Flanken aber die Wellung bald verschwand. Das Äquivalent des Schalenmaterials, das rechts und links des Kiels in Wellen angelegt wird, wird auf den Flanken voll verbraucht, um eine glatte Trompete zu bilden. Mit dem Bauplan nach dem Prinzip der gleichzeitigen Erweiterung ist nicht vereinbar, daß irgendwo an der Trompete die Wellung tief herabreicht, so daß sich in dieser Hinsicht die hinteren wie die vorderste Schaltrippe nicht unterscheiden. Voll verständlich wird jedoch diese Form erst, wenn man die Entstehung des Grats in Betracht zieht (s. später).

Nun aber wächst das Tier weiter. Der Raum wird ihm zu eng, mit der Erweiterung der Mündung scheint ihm nicht geholfen, auch die hinteren Partien des Weichkörpers verlangen mehr Volumen.

---

[1] a. a. O. Wird von ihm p. 92 als 2. Varietät bezeichnet.

Die Frage, wie ein Tetrabranchiat nach einer Erweiterung weiterbaut, ist recht lebhaft diskutiert. Michalski[1] schildert p. 126 drei Möglichkeiten. (In seinen Beispielen ist die Erweiterung mehr lokaler Natur und führt zu Knotenbildung, seine Fälle sind aber ohne weiteres auf die hier zu besprechenden Erscheinungen übertragbar.)

Fall 1: Weiterwachsen in gleicher Höhe wie erweiterte Mündung;

„ 2: Weiterwachsen etwas tiefer mit beschränktem Zurückziehen des Mantels;

„ 3: rasches tiefes Zurückziehen des Mantels (offenbar gemeint bis zu der der normalen Wachstumszunahme der Schale entsprechenden Stelle).

Will das Tier zum normalen Mundrand zurückkehren, so muß es, wie aus Fig. 1 ersichtlich, in der Nabelregion stark vorwärts bauen, in der Kielregion zum mindesten mit dem Bau stark zurückhalten. Die Figur zeigt, daß die der anomalen folgende Rippe in der Nabelregion normal ausgebildet ist und dort in normalem Abstand von der anomalen Rippe sich hält. In etwa $\frac{1}{3}$ Höhe der Flanken biegt sie aber etwas rückwärts und verschmilzt mit der anomalen. Die nächstfolgende Rippe ist eine Normalrippe. Aus dem Verlauf der eben geschilderten Rippe folgt, daß der Winkel, den die anomale Rippe gegen den Verlauf der Normalrippen (und damit der normalen Anwachslinien) bildet, durch normale Anwachsstreifen zugebaut wird.

Aus diesen Verhältnissen läßt sich folgendes schließen: Wäre der Grat der ausgezeichneten Rippe der Mundrand der anomalen Mündung, und würde nach Fall 1 weitergebaut, so ist dies nur unter folgender Annahme möglich: der der anomalen Mündung folgende Anwachsstreifen ist in der Nabelregion am breitesten, der Bauchregion aber am schmälsten. Auf diese Weise kann die Verschmelzung der normal beginnenden Rippe mit der anomalen zustande kommen. So unwahrscheinlich nach dem, was allgemein über das Wachstum spiraler Tetrabranchiatenschalen gesagt wurde, ein solcher Erklärungsversuch klingt, so ist nicht zu leugnen, daß er in einzelnen Fällen herangezogen

[1] Über Ammoniten. I. Russisch, aber mit französischem Auszug. Bull. Com. Géol. Pétersbourg. **17**. No. 2. Petersburg 1898.

werden muß. So sei auf den oben erwähnten Fall bei *Perisphinctes biplex bifurcatus* hingewiesen. In diesem Fall liegen die Verhältnisse allerdings ganz eigenartig. Im ganzen wird ja auch bei ihm auf der Außenseite mehr Schalensubstanz gebildet wie in der Nabelregion, nur in der Zeiteinheit verschiebt sich das Verhältnis zugunsten abwechselnd der rechts- und der linksseitigen Nabelregion. Auf der Außenseite ist der Bau, ganz roh gesprochen, eben doch stetig, während nach raschem Vorbau der einen Flanke hier eine lange Ruhepause eintritt, bis die andere sie im Bau nicht nur erreicht, sondern überholt hat.

Die erwähnte Rippenverschmelzung bei *cristatum* wird sich auf keine andere Weise erklären lassen als durch die Annahme, daß hier der Sonderfall eintritt, daß in der Nabelregion mehr Schalensubstanz gebaut wird als in der Bauchregion. Die jetzt zu besprechende Frage ist jedoch in erster Linie die, ob zum Weiterbau Ablösung des Mantelrands von der erweiterten Mündung anzunehmen ist oder nicht. Daß sie angenommen werden muß, zeigt die Gestalt der anomalen Rippe bei den typischen Stücken von *cristatum* (s. Fig. 1). Wäre der Grat der anomalen Rippe der Mundrand, so besäße dieser eine ganz eigenartige Form, er wäre nämlich durch quere Wellung in mehrere Unterbogen zerlegt[1]. Derartige Mundränder kommen nun zwar bei Ammoniten vor, nämlich solchen, die spiral angeordnete Knotenreihen besitzen, sind aber dann ganz offensichtlich in der inneren Organisation des Tieres begründet. Nach dem Bild, das man sich aber von der Entstehung der hinteren Gabeläste der anomalen Rippe bei *cristatum* machen muß, und unter Betrachtung der normalen Mundrandformen, war der Mantelrand des Tieres anders organisiert, nämlich so, daß er nicht durch Querfalten gewellte, sondern jeweils glatte Mundränder baute. Außerdem spricht auch die obenerwähnte Tatsache, daß die Gestalt der ausgezeichneten Rippe selbst innerhalb des Individuums weitgehend verschieden ist, gegen die Annahme, die ausgezeichnete Rippe sei ein Mundrand.

Da Fall 3 offensichtlich ausscheidet, wird man eine Erklärung nach Fall 2 versuchen: der Mantelrand löst sich ein

[1] Auch unregelmäßig verteilte Knötchen finden sich bei manchen Stücken auf dem Grat, Pictet, a. a. O. Taf. 8 Fig. 3 u. 5.

Stück von der erweiterten Mündung, und zwar natürlich nur in dem Gebiet, wo die Mündung trompetenförmig erweitert war. Nicht also unmittelbar an der Nabelnaht und auch nicht in der Kielregion. Der Weiterbau bleibt zunächst auf die Nabel- und Flankenregion beschränkt und greift erst dann auf die Außenseite über, wenn die Schale in der Flankenpartie so weit vorgebaut ist, daß wieder ein normaler Mundrand entstehen kann. Es müssen dann Anwachsstreifen in einer gewissen Höhe der Flanken enden, indem sie sich innerlich an die erweiterte Mündung anheften.

Kommt nun aber derartige Anheftung bei Tetrabranchiaten vor? Schon eingangs wurde erwähnt, daß bei jedem in der normalen Spirale gewachsenen Tetrabranchiaten eine ganze Anzahl Anwachsstreifchen auf den Flanken enden, indem sie gegen den Nabel auskeilen. Es kommen also immer ± breite Streifen vor, die nicht das ganze Gewölbe umspannen, sondern irgendwo auf den Flanken enden. Solches Auskeilen bedingt aber für das folgende Anwachsstreifchen, wofern es weiter gegen den Nabel greift, dort Anheftung an bereits vor längerer Zeit gebildeter Schale. Besonders deutlich sind diese Verhältnisse an dem bereits erwähnten *Perisphinctes balinensis* zu beobachten. Der Betrachtung liegt ein Schalenstück zugrunde, das eine in die Nabelregion reichende stark ausgeprägte Rippe aufweist. Höher auf den Flanken, aber immer noch dem Nabel nahe, tritt gegen vorn eine Schaltrippe auf, die aber durch eine schwache Brücke mit der erstgenannten Rippe verbunden ist, so daß man sie in weiterem Sinn auch als vorderen Gabelast der erstgenannten bezeichnen kann. Zwischen diese beiden schalten sich auf der Außenseite, in etwa $\frac{2}{3}$ Höhe der Flanken auskeilend, zwei Schaltrippen ein. Auf allen Rippen sind Anwachslinien zu beobachten, je eine solche verläuft auf dem Kamm der jeweiligen Rippe. Dies wird nur durch Auskeilen von Anwachsstreifchen und Anheftung folgender an bereits vor längerer Zeit gebildeter Schalensubstanz in der Nabelregion ermöglicht. Über die Bedeutung von Schaltrippen habe ich mich bereits an anderem Ort[1] ausgesprochen.

[1] Vgl. Stieler, a. a. O. p. 349.

Noch klarer ist die Anheftung bei den mittleren Windungen von *Virgatites virgatus* v. Buch sp. zu beobachten. Die Richtung der normalen Anwachslinien ist der der Rippen gleichzusetzen. Das Tier baut in einem gewissen Alter in rascher Folge verengte Mündungen. Die Verengung ist in der Nabelregion am stärksten, je näher gegen die Außenseite, desto mehr ist sie verwischt. Auf der Bauchseite ist die Verengung ± verschwunden, d. h. sie unterscheidet sich meistens nicht von einem Normalrippental. Das Tier baute in der Bauchregion stetig weiter, unbekümmert um abweichenden Bau in der Nabel- und unteren Flankenregion: also gleichzeitig in der Nabelregion glatt und verengt, in der Bauchregion normal. Der Übergang ist zu beobachten, man sieht, wie gewellte Stücke der Außenseite sich gegen die Nabelregion glätten. Durch den glatten Bau auf der unteren Flankenpartie entsteht aber ein Mißverhältnis im Bau, und zwar gerade das umgekehrte wie bei *Inflaticeras cristatum*; die Nabelregion ist vorgeeilt, die Bauchregion bleibt zurück. Unmittelbar anschließend an die Verengung erweiterte sich die Mündung wieder, besonders ausgeprägt in der unteren Flankenpartie. Diese Erweiterung ist mit einer Wachstumsstillstandslage dieser Partie identisch. In den typischen Fällen wird in der Bauchregion nach wie vor normal weitergebaut, Rippen und Anwachslinien sind gleichgerichtet. Jedes Anwachsstreifchen heftet sich in ganzer Länge dem vorhergehenden an und stößt damit immer etwas tiefer auf den Flanken an die erweiterte Mündung, wo es festgekittet wird. Dieser Bau wird fortgesetzt, bis eine Rippe wieder das ganze Gewölbe umspannt, also der normale Mundrand erreicht ist. Auch bei *Virgatites virgatus* ist ein Grat zu beobachten, an den die einzelnen Rippen winklig anstoßen. Je höher auf den Flanken, desto weniger ist dieser Grat ausgeprägt, bis er sich gegen die Außenseite völlig verliert. Diese Verhältnisse erklären sich ungezwungen aus der geschilderten Entstehung. Wo stetig weitergebaut wird, kann auch kein Grat vorhanden sein, er wird erst da in Erscheinung treten, wo tiefer auf den Flanken eine Zeitlang nicht weitergebaut wurde (als das genannte Anstoßen begann), und er wird in den tiefsten Flankenpartien am ausgeprägtesten sein, wo die Wachstums-

stillstandslage am längsten währte und die Erweiterung der Mündung am deutlichsten zum Ausdruck kam. Hier muß in einer anderen Richtung, als sie die Erweiterung angibt, weitergebaut werden, was sich durch scharfkantige Anheftung der Rippen an der erweiterten Mündung kundtut. Da der Grat auf seiner ganzen Erstreckung sich nicht wesentlich aus dem normalen Windungsquerschnitt entfernt, so kann nicht daran gedacht werden, daß die einzelnen Rippen an ihm nicht geendet, sondern den normalen Querschnitt verlassen und auf einem erweiterten Teil der Mündung sich fortgesetzt hätten; das Stück müßte dann, je tiefer auf den Flanken, um so beträchtlicher seitlich erweitert sein, was nicht der Fall ist. (Über Anheftung bei *Gyroceras alatum* s. später.)

Nach dieser Abschweifung zurück zu *cristatum*. Die vermutete Anheftung darf angenommen werden. Wie schon erwähnt, ist der Grat nicht mit dem anomalen Mundrand identisch, er markiert vielmehr die Linie, in der die einzelnen Anwachsstreifchen sich innerhalb der trompetenförmig erweiterten Mündung an diese anhefteten. Auf einem Schalenexemplar muß am Grat ein Bruchrand vorhanden sein, auf dem Steinkern ist der Grat dadurch etwas modifiziert, daß die innere Schalenschicht seine Schärfe etwas verwischte. Nun auch ist das Verbindende zwischen der oben genannten Abbildung von Pictet Taf. 8 Fig. 4 und Fig. 1 (dieser Arbeit) gefunden. Die Wellung der Schale rechts und links vom Kiel muß sich da verlieren, wo in trompetenförmiger Erweiterung gebaut wird. Erfolgt die Erweiterung gleichzeitig, so verliert sich, wie oben schon ausgeführt, die Wellung schon nahe der Bauchseite, die Anwachsstreifen heften sich beim Weiterbau am glatten Teil der erweiterten Mündung an. Beginnt jedoch die Erweiterung nur in der Nabelgegend und überträgt sich erst allmählich auf die höherliegenden Teile der Flanken, so greift die Wellung dadurch, daß noch große Teile der Schale normal wachsen, auch tief herunter auf die Flanken. Dies gilt ganz besonders für die hinteren Spaltäste der ausgezeichneten Rippe. Hier ist als Regel zu beobachten, daß die Anheftung am eingefalteten Teil der erweiterten Mündung statthat, der glatte Teil steht seitlich stark ab und wird leicht zerstört. Die anomale „Rippe“ ist, wie bereits angedeutet,

ihrer Entstehung nach gar keine Rippe. Ihre Gestalt und ihr Verlauf sind bedingt durch den Umstand, ob die Erweiterung auf großer oder kleiner Erstreckung einsetzte. Im ersteren Fall wird sie sich in ihrem Verlauf nicht wesentlich von den Normalrippen unterscheiden, sie wird aber um so mehr nach vorn geschwungen sein, je langsamer die Erweiterung sich von der Nabelregion auf die Flanken übertrug.

Oxytropidoceras Delaruei, *Inflaticeras Bouchardianum* und *inflatum*. Die ausgezeichneten Rippen bei *Delaruei* bieten nichts Neues, hier gilt als Regel, daß die Erweiterung gleichzeitig einsetzte. In einem Fall konnte ich auch bei *inflatum*, und zwar nur ein einziges Mal im Lauf der Ontogenie, eine ausgezeichnete Rippe feststellen. Häufiger finden sich in periodischer Wiederkehr ausgezeichnete Rippen bei *Bouchardianum*. In beiden Fällen überträgt sich die Erweiterung langsam von der Nabelregion auf die Flanken.

Inflaticeras cornutum. Das abgebildete Stück (Fig. 2) war, als ich es in die Hand bekam, zum größten Teil noch in Gestein, dunkler Ton, eingebettet. Auf einer an dem Stück befestigten Etikette, coll. Jaekel, von Butler Brompton rd. London, stand „Gault, Escragnolles“. Auf einer beiliegenden Etikette stand in Jaekel's Handschrift „Gault, Folkestone“. Nach dem ganzen Habitus ist die letztere Bezeichnung die richtige. Der umgebende Ton wie die Erhaltung: Luftkammern verkiest, Perlmutterschale, z. T. auch äußere Schicht, erhalten, sprechen dafür. Die Wohnkammer, gleichfalls mit erhaltener, vorwiegend Perlmutterschale, ist mit Ton gefüllt und etwas verdrückt. Sie macht etwas über einen halben Umgang aus. Infolge des Umstands, daß die 2. (Numerierung s. später) ausgezeichnete Rippe der rechten Seite weggebrochen ist, ragt das letzte Septum als Grat in die zerbrochene Partie (*a* der Fig. 2).

Die letzte Mündung des Stücks wird später besprochen, hier sei das Stück bis auf diese beschrieben. Das vorliegende Exemplar schließt sich aufs engste an das Original, Pictet,

a. a. O. p. 93, Taf. 8 Fig. 6, an[1]. Die inneren Windungen sind prozentual hochmündiger als die letzte und glatt; erst kurz vor Beginn des letzten Umgangs setzt die Berippung ein. Die Normalrippen sind wie die von PICTET abgebildeten, nur verlaufen sie nicht völlig radial, sondern sind leicht gewellt. Auch tragen sie, nach vorn gegen den Kiel zu etwas ausgezogene, Bauchknoten. Was die ausgezeichneten Rippen anlangt, so entspricht ihre Lage dem Original, wenn man die jeweilig ersten einander gleichsetzt. Die 1. ausgezeichnete Rippe meines Stücks (*b* der Fig. 2) unterscheidet sich nur wenig von einer Normalrippe, nur der Bauchknoten ist kräftiger entwickelt. Nach drei Normalrippen folgt die 2. ausgezeichnete (bei *a* der Figur), nach zwei weiteren Normalrippen (auf der nicht abgebildeten Seite des Stücks besser zu beobachten) die 3. Nach einer weiteren normalen die 4. Es folgt erneut eine Normalrippe, nach dieser ist das PICTET'sche Stück abgebrochen. Mein Stück weist nun noch eine ausgezeichnete Rippe, die 5., auf. Die weitere Fortsetzung der Berippung wird mit dem letzten Mundrand geschildert. Der bei Buchstaben *a* der Figur befindliche Knoten der 2. ausgezeichneten Rippe ist besonders gut erhalten, daher diese zur Grundlage der Beschreibung gewählt. Je nach dem Erhaltungszustand ± deutlich zeigen dieselben Erscheinungen aber auch die anderen ausgezeichneten Rippen.

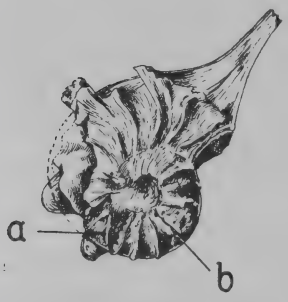


Fig. 2. *Inflaticeras cornutum* PICT. sp. Gault, Folkestone. Samml. Geol.-pal. Institut. Univ. Berlin. Natürl. Größe.

Daß auch die ausgezeichneten Rippen von *cornutum* mit erweiterten Mündungen zusammenhängen, unterliegt keinem Zweifel. Die Erweiterung der Mündungen geschah gleich-

[1] SPATH, On Cret. Cephalopoda from Zululand. Annals South African Museum. 12. London 1921, spricht p. 278 von einigen Exemplaren von *cornutum* im Brit. Museum, die viel größer seien als der PICTET'sche Typ, und bei denen die Beknotung gegen die Mündung zu zurückgehe. Nach dem mir vorliegenden Original zu schließen, möchte ich annehmen, daß es sich bei diesen Stücken nicht um *cornutum*, sondern extreme *cristatum*-Formen handelt.

zeitig. Soweit ist eine völlige Parallele zu dem unter *cristatum* geschilderten Stück von Pictet, Taf. 8 Fig. 4, vorhanden. Nun kommt aber die Neuerscheinung gegen *cristatum*: die ausgezeichnete Rippe besitzt einen Knoten, der durch seine Größe ganz besonders ins Auge fällt. Nennen wir ihn den „ausgezeichneten Knoten". Oben wurde schon betont, daß bei meinem Exemplar auch die Normalrippen in Bauchknoten endigen, der ausgezeichnete Knoten ist also schon in den Normalrippen präformiert. Nach dem unter *cristatum* Gesagten spricht Fig. 3, die Rekonstruktion einer periodischen anomalen Mündung, für sich selbst. Die späteren Knoten sind in diesem Stadium der Entwicklung als nach vorn offene Rinnen, wie „Parabelohren", angelegt. Über den „Schnabel", den die Kielregion nach vorne aussendet, wird später noch zu sprechen sein.

Fig. 3. Rekonstruktion einer anomalen periodischen Mündung von *Inflaticeras cornutum*.

Der Zubau der erweiterten Mündung nabelwärts der Rinne geschah offensichtlich nach dem oben erwähnten Fall 1, d. h. das Tier baute ohne Ablösung des Mantelrandes einfach enger werdend weiter. In der Kielregion wurde stetig normal gebaut, unbeeinflußt durch anomalen Bau in der Flankenregion. Nicht so einfach ist der Zubau der Rinne zu deuten. Sie ist mit einer seitlich scharf begrenzten Schalenkappe (nur Perlmutterschicht erhalten!) geschlossen (Beobachtung an Knoten 2), die sich nach vorn herunterzieht und dort unmerklich in die Schale übergeht, die mit normalem Querschnitt gebaut ist; auch nach hinten fehlt eine scharfe Grenze. Leider war die Schale auf dem ausgezeichneten Knoten derart brüchig, daß es nicht gelang, sie in ihrer Gesamtheit auf dem Schwefelkieskern zu erhalten. Beim Herauspräparieren trat die Kappe deutlich zutage, doch löste sie sich stückweise ab. Der Schwefelkieskern folgt nicht in allen Einzelheiten der Schalenoberfläche, durch örtliche Verdickung der Perlmuttersubstanz wurde eine gewisse Abrundung erzielt, so daß der Knoten im Steinkern, wie Pictet dies abbildet, abgerundet erscheint. Ich betone aber, daß während der Präparation die Kappe als Sondergebilde klar

zum Ausdruck kam, was ja auch die Zeichnung, die zu jener Zeit angefertigt wurde, zeigt.

Ehe ein Erklärungsversuch für die Entstehung der Kappe gegeben werden soll, muß etwas weiter ausgeholt werden. Auch bei *Gyroceras alatum* Barr. bildet jedes Ohr eine Rinne. Beim Weiterwachsen wird der Mantelrand, wie dies Pompeckj[1] schildert, vom Ohrrand gelöst, greift im Ohr rückwärts bis zu der der Wachstumszunahme der Schale entsprechenden Stelle und baut hier am Grund der Vorderinnenseite des Ohres neue Schalensubstanz an. Eine beschränkte Anzahl von Anwachslinien heftet sich dann an den Seitenrändern des Ohres an, bald stellen sich aber Anwachslinien ein, die sich über die Bauchseite von Nabelnaht zu -naht spannen und an den Stellen, wo die Parabeln liegen, einen Bogen nach hinten beschreiben. Je weiter nach vorne von der Parabellinie, desto mehr verliert sich die Rückbiegung. Hier kann also kein Zweifel herrschen, daß es der Mantelrand ist, der den Verschluß der Rinne an der Vorder-Unterseite ausführte.

Die Stacheln mancher Schnecken, besonders Muriciden, werden gleichfalls wie Parabelohren angelegt. Was die Stacheln von Ohren unterscheidet, ist der ± weitgehende Verschluß nach vorne, der aus der Rinne die Röhre macht. Er erfolgt hier durch seitliche Einrollung des in der Rinne gelegenen Mantelstücks, was sich durch Einbiegen der rechten und linken Seite des Stachelvorderrandes kundtut. Zwischen beiden klafft eine schmale Spalte. Das eingerollte Stück Mantel zieht sich beim Weiterbau (s. auch später) so weit aus dem Stachel zurück, als dieser praktisch als geschlossen gelten kann, und der Bau setzt erst da wieder ein, wo nach vorn unten die Spalte stärker zu klaffen beginnt. Aber der Stachel wird auch nach oben zugebaut, er wird zum „Hohlstachel". Der Zubau geschieht durch eine Kappe, die in der genannten Höhe innerhalb des Stachels sich seitlich und hinten anheftet, nach vorn sich in die normale Spirale verliert. Die Oberschicht der Kappe besteht aus äußerer Schalenschicht, man sieht deutlich Anwachslinien und kann wie bei *Gyroceras alatum* beobachten, daß nur eine beschränkte Anzahl von Anwachslinien sich an beiden

[1] Cephalopoda. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2. p. 271.

Seitenrändern ankittet; sehr bald stellen sich solche ein, die das ganze äußere Gewölbe umspannen und entsprechend dem vorschreitenden Bau immer weniger tief in die Kappe einbiegen. Der Weiterbau geschieht also nach demselben Prinzip wie bei *G. alatum*, nur nicht an der Stelle, wo das Ohr bezw. der Stachel den normalen Schalenquerschnitt verläßt, sondern höher.

Nun besitzen aber auch Ammonoideen „Stacheln". Besonders manche Aegoceraten, *Liparoceras*, *Sonninia*, Aspidoceraten. Wo die Stacheln sehr hoch und spitz sind, liegt die Vermutung nahe, sie könnten nach dem Prinzip gebildet sein, das bei *Murex* zu beobachten ist, doch fand ich in dem mir zur Verfügung stehenden Material nichts, was diese Vermutung stützen würde[1]. Sicherlich anders erfolgt die Stachelbildung, nämlich so, wie Pompeckj[2] schildert, bei Formen, deren Stacheln nicht sehr hoch sind. In diesen Fällen löst sich der Mantelrand nicht vom Ohrrand, er schließt in stetem Weiterbau, sich zur Normalweite der Windung senkend, die Rinne nach vorne. Aber auch diese Stacheln sind z. T. Hohlstacheln! Auch hier ist eine Kappe zu beobachten, die aber anders geartet ist als bei *Murex*. Das Vorhandensein dieser Kappen ist längst bekannt, wegen der daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen soll aber näher auf sie eingegangen werden. Ein besonders schönes Stück lag mir in einer *Sonninia Sowerbyi* Mill. sp. vor, deren Schale erhalten ist. Einer der Stacheln ist gerade oberhalb der Kappe abgebrochen und zeigt, wie die Kappe ringsum unter die Schale, die den Stachel bildet, untertaucht. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Kappe ein Gebilde der Manteloberfläche ist, abgeschieden zu einer Zeit, in der der Mantelrand schon weiter vorne lag. Leider war hier nicht nachweisbar, ob der Verschluß des Stachels durch die Kappe nicht mit der

[1] Ein Schalenexemplar von *Pachydiscus Conduciensis* Choff. zeigt nach Choffat, daß selbst so außergewöhnlich hohe Stacheln, wie sie diese Art besitzt, nicht wie die von *Murex* gebaut zu sein brauchen. Choffat, Contr. à la connais. géol. des Col. Port. d'Afr. 1. Le Crétacé de Conducia. Titelblatt u. Taf. 2. Comm. du Serv. Géol. du Portugal. Lissabon 1903.

[2] Pompeckj, Handwörterbuch, a. a. O. p. 285. Dies ist auch der Normalfall der Knotenbildung.

Septalbildung zusammenhängt, wie dies von der Bildung der „Hohlkiele“ nachgewiesen werden kann. Aber auch jedes Septum beweist, daß die Manteloberfläche nicht nur im Flächenkontakt Perlmuttersubstanz auszuscheiden vermag, sondern freie Stellen überbrücken kann. Daß die Bildung ganz allgemein mit einer „opaken Membran“ beginnt, ist anzunehmen. Bedingung scheint allerdings Anlehnungsmöglichkeit zu sein, und zwar genügt nicht einseitige (für die Ausscheidungen des Mantelrandes genügt Anlehnungsmöglichkeit nach hinten), sie scheint mindestens dreiseitig sein zu müssen. Das Ammonitentier hat offenbar die Fähigkeit, eine ihm unbequeme Öffnung zu schließen, wenn sie im Bereich des Weichkörpers, aber für den Mantelrand unerreichbar, liegt; daher darf eine Parallele zum Regenerationsvermögen der Schnecken bei Schalenverletzungen gezogen werden. Meisenheimer[1] schildert von *Helix pomatia* L., daß das Tier bei der Zerstörung großer rückwärtiger Teile der Schale diese zu reparieren vermag, wofern nur ein Teil der Schale noch erhalten ist. Die Reparatur geschieht durch innere Schalenschicht, die regenerierte Partie weist keine Anwachsstreifen, sondern „schollenartiges Gefüge“ auf. Immer taucht die regenerierte Schale unter die Bruchränder unter, nie heftet sie sich am Bruchrand an.

Nach dieser Feststellung wurden Perisphincten aus der Formenreihe des *Perisphinctes evolutus* von Popilani untersucht, Exemplare, bei denen die Perlmutterschicht erhalten war, z. T. auch die äußere Schalenschicht. Die Parabellinien tun sich deutlich als Bruchränder kund; von besonderem Interesse ist die Ausbildung der Parabel. Eine solche ist in Fig. 4 wiedergegeben. Auffallend ist schon ein gewisses Hervorquellen der Parabel über die Umgebung, und zwar so, daß die Ränder verhältnismäßig tief liegen, die Mitte am meisten hervorquillt. Die Parabel macht den Eindruck, daß ihr Hinterrand und ihre Seitenränder unter die Bruchränder tauchen. Dazu tritt noch die eigentümlich unregelmäßige Oberfläche der Parabel. Bei manchen ist diese Unregelmäßigkeit sehr ausgeprägt, es finden sich Einbeulungen

[1] Meisenheimer, Die Weinbergschnecke. p. 15 ff. — Ziegler, Monographie einheimischer Tiere. Bd. 4. Leipzig 1912.

und Ausbeulungen, wie man sie an den anderen Schalenpartien vergeblich sucht. Alle diese Umstände legen die Vermutung nahe: der Zubau der Parabel geschah nicht durch den Mantelrand mittels normaler Anwachslinien, sondern die Parabel ist flächenhaft zugebaut worden von der Manteloberfläche. Der Zubau kann hier nicht mit der Bildung eines Septums in Zusammenhang gebracht werden, sonst wäre ja eine Zeitlang ein Loch in der Schale gewesen, was sicherlich nicht anzunehmen ist. Außerdem wäre der im folgenden geschilderte Übergang von der Parabel zur normalen Schale nach vorne gar nicht verständlich. Auf eine Erscheinung, die die Figur sehr klar zum Ausdruck bringt, sei besonders hingewiesen. Rechts und links der Parabel ist die Schale mit Rippen versehen, durch die Parabel durch aber scheinen die Rippenstücke der Außenseite mit den dem Nabel nahenin Verbindung zu stehen. Nicht scharf und ausgesprochen wie die Rippen selbst sind diese Verbindungsstücke, sie sind etwas verwischt, aber immer noch gut erkennbar. Primär können diese Verbindungsstücke keinesfalls sein, es kann sich nur um Formen handeln, die die Parabel bei ihrer Bildung annahm, zu einer Zeit, als die Schale seitlich der Parabel längst fertig war. Die Rippenberge im Verbindungsstück spannen sich quer durch die Parabel zu den Bergen rechts und links. Ganz unerklärlich wäre die Entstehung dieser Verbindungsstücke bei der Annahme, der Mantelrand habe rechts und links der Parabel, etwa da, wo auf den Flanken der Bruchrand beginnt, also die Ablösung vom Ohr einsetzte, festgesessen und sich dann rückwärts in die Parabel gebogen. Dann müßten nach dem oben über die Beziehungen von Rippen und Anwachslinien Gesagten auch die Verbindungsstücke eine Biegung nach hinten aufweisen, die hinteren stärker als die vorderen, ganz so, wie die Anwachslinien in den Parabeln von *Gyroceras alatum* oder in den Kappen der Muriciden verlaufen. Der sehnenartige Verlauf der Verbindungsstücke zwingt, wenn man schon die Parabel durch den Mantelrand zugebaut annehmen will, zu einer anderen, äußerst unwahrscheinlichen

Fig. 4. Parabel eines Perisphincten aus der Formenreihe des *Perisphinctes evolutus*, Popilani. Vergrößert.

Annahme. Der Mantelrand hätte sich dann nicht nur vom Ohr, sondern vom ganzen Mundrand gelöst und sich so weit zurückgezogen, als die Parabel nach hinten einbiegt. Dann wäre er, ausgesprochen durch den progressiven Zubau der Parabel, wieder langsam nach vorne gerückt und hätte, wenn er in der Höhe der rechts und links der Parabel gelegenen Teile des alten Mundrands angekommen wäre, erst wieder den Bau auf der ganzen Linie aufgenommen, nachdem er bisher nur immer in der Parabel gebaut hatte. Wie unwahrscheinlich diese Annahme klingt, braucht wohl nicht erst unterstrichen zu werden. Aber es sprechen auch positive Gründe dagegen: die unscharfe Gestalt der Verbindungsrippen, die Einbeulungen in der Parabel. Wenn schon der Mantelrand die Parabel zugebaut hat, warum dann nicht in der starren Weise, wie er die sonstige Schale baut? Ich glaube, diese Gründe genügen, die genannte Annahme zu verwerfen. So bleibt denn nur eine dritte Annahme, die ich für die wahrscheinliche halte: der Mantelrand hat sich nach der Ablösung vom Ohr wie eine Sehne vor die Parabel gespannt, der Zubau der Parabel wurde der Manteloberfläche überlassen[1]. Diese Annahme erklärt alle oben genannten Beobachtungen betr. die Parabel: das Untertauchen unter die Ränder, die unregelmäßige Oberfläche der Parabel und ebenso die genannten „Verbindungsstücke". Ist rechts und links der Parabel ein Rippenberg, so wölbt sich die Manteloberfläche etwas empor, folgt ein Rippental, so wird sie etwas nach innen gebogen. So wird das freiliegende Stück der Manteloberfläche randlich in Wellen gepreßt, die, wo der Druck aufhört, vermöge einer ihr innewohnenden gewissen Elastizität gemildert werden. Auch die Tatsache, daß die Parabel nach vorn unmerklich in die normale Schale übergeht, steht mit dieser Annahme durchaus in Einklang. Die Manteloberfläche geht ja selbst in den Mantelrand über, und der Mantelrand kann wieder weiterbauen, wenn die hinter ihm liegende Partie ihm nur erst eine gewisse Anlehnung gewährt.

Die an den Perisphincten gemachten Beobachtungen scheinen durchaus nicht gerade nur auf diese Gattung beschränkt

[1] Daß die „Skulpturparabel" eine Bildung der Manteloberfläche sei, spricht auch schon Teisseyre, a. a. O. p. 571 und 633 aus.

zu sein. Überblickt man die Angaben, die Wähner[1] besonders p. 36 macht, und vergleicht seine Figuren mit der meinigen, so wird man erkennen, daß auch die Parabeln bei *Pleuracanthites biformis* Sow. sp. sehr wohl auf die genannte Weise geschlossen worden sein können. Wenn Wähner sagt, daß auch innerhalb der Parabeln „hie und da" Anwachslinien zu beobachten seien, so kann da sehr wohl eine Verwechslung mit kleinen Fältchen vorliegen, und diese Möglichkeit gewinnt stark an Wahrscheinlichkeit, wenn man seine Figur Taf. 9, 3a betrachtet, wo er Anwachslinien im Externlappen, sowie solche abbildet, die, auf die Parabel folgend, sich von Nabelnaht zu -naht über die Außenseite spannen, nicht aber in der Parabel selbst liegende Anwachslinien darstellt.

Geschieht nun der Zubau der Rinne bei *Inflaticeras cornutum* nach einem der eben erwähnten Prinzipien? Bemerkt muß noch werden, daß der durch den Zubau entstehende Knoten, solange er im Bereich der Wohnkammer lag, mindestens zu einem beträchtlichen Teil vom Weichkörper eingenommen wurde. Dies zeigt ein Septum, das letzte meines Exemplars, das hinten nahe der Basis quer durch den Knoten setzt, vorne aber bis zu halber Höhe in ihm hochsteigt. Die Lage dieses Septums im Knoten beweist aber auch, daß die Kappe kein Gebilde ist, das mit dem Septenbau zusammenhängt.

Ist der heute bei *cornutum* zu beobachtende Knoten nicht nur der Stumpf eines Stachels (cf. *Sonninia Sowerbyi*)? Gegen diese Annahme spricht bei *cornutum* die Ausbildung der Kappe. Wie oben ausgeführt, ist sie seitlich scharf begrenzt, nach vorne und hinten allerdings verliert sie sich in die normal gewachsene Schale; von einem Untertauchen ringsum unter bereits gebildete Schale ist also nichts zu bemerken. Es kann darnach keinem Zweifel unterliegen, daß die Kappe ein Verschluß der Rinne nach außen war und nicht nur die untere Hälfte eines Stachels innerlich gegen die obere abschloß.

Man wird versuchen, die Kappe hinsichtlich ihrer Entstehung entweder der Parabel der Perisphincten oder von *Gyro-*

[1] Beitrag zur Kenntnis der tieferen Zonen des untersten Lias in den nordöstlichen Alpen. Beitr. Pal. u. Geol. Österr.-Ung. u. Orients. 9 Wien 1895.

ceras alatum gleichzusetzen. Nicht völlig, denn sie liegt nicht in der dem normalen Windungsquerschnitt entsprechenden Höhe, sondern höher, etwa wie die Kappe, die von Muriciden beschrieben wurde. Anwachslinien konnten auf der Kappe nicht beobachtet werden, doch beweist dies nichts, da auf ihr nur Perlmutterschicht sich fand. Die äußere Schalenschicht ist nur in wenigen Partien des Stückes erhalten. Wie schon erwähnt, ist der Steinkern des Knotens abgerundet, die scharfe seitliche Begrenzung der Kappe verwischt sich also gegen innen, wie überhaupt die polsterartig ausgebildete Perlmutterschicht jede scharfe Grenze mildert. Wenn das auf dem Steinkern erhaltene Stück Perlmutterschale oberflächlich eine scharfe Grenze zeigt, so kann diese nur als Abdruck der Innenseite äußerer Schalenschicht gedeutet werden. Das ehemalige Vorhandensein von Porzellanschicht auf der Kappe muß angenommen werden; der Verschluß der Rinne erfolgte durch den Mantelrand.

Wie oben schon erwähnt, scheint jedoch bei Knoten 2 die scharfe Begrenzung der Kappe nach hinten zu verschwinden. Diese Tatsache, sowie der Befund an dem verdrückten 3. Knoten (gleichfalls nur auf der im Gestein eingebetteten Seite des Stückes erhalten) zeigen, daß die Kappe auch anders gebildet ist als die Parabel bei *Gyroceras alatum*. Dieser Knoten weist nämlich nichts auf, was die Annahme stützen könnte, das ursprüngliche Ohr sei größer gewesen als der jetzt noch erhaltene Knoten, d. h. man gewinnt die Überzeugung, daß der Mantelrand sich gar nicht vom Ohrrand gelöst hat. Und doch zeigt der Knoten in der Kappe ein Gebilde, das dem oben geschilderten Normaltypus eines Knotens abgeht.

Wieder empfiehlt es sich, seine Zuflucht zu Gastropoden zu nehmen. Oft kommen bei einer und derselben Schnecke Stacheln wie Knoten vor und zeigen so, daß beide Gebilde genetisch aufs engste zusammenhängen. Bei *Strombus tricornis* Lam. z. B. ist zu sehen, wie die einzelnen Glieder einer Knotenreihe je näher der Mündung immer mehr den Charakter von Stacheln annehmen. Bei *Murex torularius* Lam. wechseln Knoten- und Stachelreihen miteinander ab. Da sich hier die Mundränder der einzelnen Wachstumsstillstands-

lagen deutlich abheben, läßt sich die Geschichte von Knoten und Stacheln besonders deutlich verfolgen. Hier soll ein alter Mundrand betrachtet werden, an dem zwischen zwei Stacheln ein Knoten sitzt. Wie aus den Anwachslinien hervorgeht, wurde annähernd gleichzeitig der Mantelrand an drei Stellen auswärts gestülpt, es entstanden drei durchaus gleich angelegte Ohren. Während nun aber die Stacheln immer höher wuchsen und die Vorderränder sich einrollten, machte das Mantelstück im Knoten diese Entwicklung nicht mit. Ohne sich vom Ohr abzulösen, baut es dieses nunmehr zu. Hierbei entstehen parabolische Felder, die seitlich scharf begrenzt sind, nach hinten ist die Begrenzung wenig deutlich, nach vorne verliert sie sich. Von vorne ziehen sich Anwachslinien hoch in das Feld hinein, doch wird gerade hier so rasch Schalensubstanz abgesetzt, daß an dem nur wenig vorwärts gelegenen Mundrand keine Einbuchtung mehr vorhanden ist. Der Mundrand selbst verläuft so, daß er sich in den Stacheln hochzieht, die eingebogenen Vorderränder also dem Mundrand der Wachstumsstillstandslagen angehören. Vor dem Knoten verläuft er wie eine Sehne. Der oben geschilderte Zubau der Stacheln setzt erst nach der Wachstumsstillstandslage ein.

Die parabolischen Felder bei *Murex torularius* liegen so, daß das Feld bei manchen Knoten erst auf der Vorderseite, unterhalb des höchsten Punktes des Knotens, beginnt, bei manchen aber verschließt es auch den Knoten nach oben, es wird zur Kappe. Immer ist das parabolische Feld flach, oft sogar etwas eingedrückt, so daß ein Querschnitt durch den Knoten die hintere Begrenzung des Knotens als $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Kreis, die vordere als Sehne dazu zeigt.

Bei der Nachsuche, ob derartige parabolische Felder auch bei Tetrabranchiaten vorkommen, fand ich solche bei *Sonninia Sowerbyi*, besonders ausgeprägt bei *Aspidoceras Richthofeni* G. Müller (aus Mahokondo, coll. Reck). Als parabolisches Feld ist die Kappe von *Inflaticeras cornutum* zu deuten. Die Eindrückung des Feldes ist damit zu erklären, daß mit dem Zubau der Rinne eine progressive Verkürzung des dem Ohr anliegenden Stückes Mantelrand Hand in Hand ging, und daß es hierdurch nicht mehr straff gespannt war.

(Bei manchen Arten kann das Feld nicht nur eingedrückt, sondern wie eingefaltet erscheinen.) Das Vorhandensein eines parabolischen Feldes setzt immer schon einen plötzlichen Umschlag in der Wachstumsrichtung des Knotens voraus, nur bei ganz raschem Umschlag aber wurde es so angelegt, daß eine Kappe entstand. Sehr rascher Umschlag ist bei *Inflaticeras cornutum* um so mehr anzunehmen, als der Hinterrand mancher Knoten nicht nur senkrecht von der eigentlichen Wachstumsrichtung des Tieres absteht, sondern sich sogar nach hinten, also entgegen der Wachstumsrichtung des Tieres, neigte (Knoten 4 u. 5 Abb. 2; Knoten 4 bei Pictet).

Leider gestattet mein Stück nicht, zwei gegenständige ausgezeichnete Knoten miteinander zu vergleichen. Es wäre höchst erwünscht zu sehen, ob auch bei diesem Stück, wie Pictet dies abbildet, bei sonst völliger Bilateral-Symmetrie, die gegenständigen ausgezeichneten Knoten verschieden groß sind. Nur auf verschiedene Dicke der Perlmutterschale können so weitgehende Größenunterschiede meines Erachtens nicht zurückgeführt werden. Ob hier die Ohren primär verschieden groß waren oder doch z. T. Ablösung des Mantelrands statthatte, muß offen bleiben. Nach Pictet erscheint in dieser Beziehung nicht eine Seite besonders bevorzugt, sondern es erscheint willkürlich, ob der Knoten der rechten oder der linken Seite besonders groß ausgebildet ist.

Letzte Mündungen bei Inflaticeraten.

Ehe auf „letzte Mündungen" der einzelnen Arten eingegangen werden kann, ist eine Klärung der Benennung der verschiedenen Mundrandtypen erforderlich, um so mehr, als einzelne Artnamen bei Inflaticeraten geeignet sind, zu Mißverständnissen in dieser Hinsicht zu führen.

Der alte Streit, ob *inflatum* Sow. identisch ist mit *rostratum* Sow., ist meines Erachtens in bejahendem Sinn zu entscheiden [1].

[1] Jacob, Études paléont. et strat. sur la partie moy. des Terr. Crét. dans les Alpes Franç. . . . Trav. Lab. Géol. Fac. Sciences Univ. Grenoble. 8. Gren. 1908, tritt p. 386 wieder für die Trennung ein. Die von ihm angegebenen Unterschiede halte ich für künstlich hineingelegt. Jacob gibt selbst zu, daß es unter *inflatum* auch Formen mit abgeplatteteren Flanken gibt. Die Teilung des Außenknotens kommt auch bei gehörnten

Da der Name *inflatum* aber der bei weitem häufiger gebrauchte ist, möchte ich ihn aus Nützlichkeitsgründen beibehalten, obgleich er später aufgestellt wurde. Er ist unglücklich gewählt: Sowerby lag ein offenbar durch Gebirgsdruck deformiertes Exemplar vor, und er glaubte, eine plötzliche Erweiterung des letzten Stückes Umgang feststellen zu müssen, der eine ebenso plötzliche Verengerung der Mündung folgt. Diese Erscheinung läßt sich restlos mit Verdrückung erklären, das Stück besitzt die Form einer elliptischen Spirale. Daß die Mündung des Originals einen Teil des Mundrands des ausgewachsenen Tieres ausmacht, ist nach Art der Berippung ausgeschlossen. Verglichen mit ausgewachsenen Stücken aus Norddeutschland, sowohl hinsichtlich Größe als Art der Berippung, fehlt ihm der letzte Umgang.

Kielfortsätze in der Spirale, die an jeder Anwachslinie zu beobachten sind, also jedem normalen Mundrand angehörten, sind bei jurassischen und cretacischen Ammonoideen keine seltene Erscheinung. An den „letzten Mündungen“ mancher Arten sind diese Kielfortsätze dann besonders lang und kräftig entwickelt, doch ist der Tatsache keine besondere Bedeutung beizulegen, sie beweist nur, daß es sich tatsächlich um eine „letzte“ Mündung handelt. Diese Kielfortsätze gehen in der Literatur unter Namen wie „Trichterfortsatz“, „Schnauze“, „Rostrum“, ich schlage dafür das rein beschreibende deutsche Wort „Schnabel“ vor.

> Ein „Schnabel“ ist also ein Kielfortsatz, den das Tier während des weitaus größten Teils seines Wachstums besitzt, und der ganz oder nahezu (letzteres bei den Formen mit Zopfkiel) in der normalen Spirale wächst.

Aus dieser Definition geht hervor, daß unter einem „Schnabel“ nicht das Gebilde zu verstehen ist, wegen dessen Sowerby eine Art *rostratum* nannte. Auch *rostratum* ist, bis

---

Formen vor (cf. das Stück von Buvignier). Die Berippung wechselt bei *rostratum* (im Sinn von Jacob) mit dem Alter; daß er eine Form als *inflatum* abtrennen will, deren Berippung in der Mitte steht zwischen der Jugend- und der Altersberippung von *rostratum*, erscheint doch recht gekünstelt. Außerdem gleicht die Berippung meiner gehörnten Formen aus Norddeutschland völlig der des Sowerby'schen Originals von *inflatum*! Die Literaturnachweise siehe später.

wenige Zentimeter von der letzten Mündung, eine geschnäbelte Form, dann verwandelt sich der Schnabel in ein anderes Gebilde, das als „Horn“ bezeichnet werden soll.

> Ein „Horn“ ist ein Kielfortsatz, den nur die Wohnkammer des ausgewachsenen Tieres besitzt und der aus der normalen Spirale herauswächst.

Ich konnte den Ausdruck „Horn“ nicht entbehren, obgleich hier eine Kollision mit einem anderen Artnamen: *Inflaticeras cornutum* Pict. sp. entsteht. *Cornutum* besitzt zwar ein Horn, Pictet hat den Namen aber nicht deswegen (die letzte Mündung war ihm offenbar unbekannt) gewählt, sondern wegen der oben geschilderten eigenartigen Flankenverzierung. Ich weiß aber kein Wort, das wie „Horn“ die Summe der Einzelheiten umfaßt, die bei Inflaticeraten zu beobachten sind. Es kommen gerade gestreckte, rückwärts gebogene und nach hinten eingerollte Hörner vor.

Daß die Gesamtheit der Inflaticeraten, wie auch schon die Oxytropidoceraten [1], aus denen sie hervorgehen, geschnäbelt war, unterliegt auch bei Stücken, von denen Schalenexemplare nicht beschrieben sind und mir nicht vorliegen, keinem Zweifel. Das Verhalten der Rippen in der Nähe des Kiels spricht deutlich dafür. Wo die Rippen nach vorne geschwungen sind, steht die Frage ja außer Zweifel, nähere Prüfung bedürfen nur die Arten, bei denen die Rippen ± radial über die Flanken setzen, z. B. *inflatum*. Bei diesem bilden die Rippen in der Nähe des Kiels Knoten. Diese brechen nach hinten ziemlich schroff ab, nach vorne sind sie in Richtung gegen den Kiel spitz ausgezogen. Kurz vor dem Kiel verwischt sich dann auch diese Fortsetzung des Knotens. Die Rippen erhalten auf diese Weise die Gestalt eines Malaienkris. Die nach vorn gerichtete Spitze zeigt den Verlauf der Anwachslinien gegen den Kiel an. Genau dasselbe läßt sich, wie schon angedeutet, bei *cornutum* beobachten.

Das Horn bei *Inflaticeras cornutum*.

Fig. 2 zeigt das Horn so deutlich, daß nur noch einige Einzelheiten unterstrichen werden müssen. Wie schon erwähnt, ist die Wohnkammer etwas verdrückt, eine Erschei-

[1] Stieler, a. a. O.

nung, die besonders am Vorderrand des Horns sich bemerkbar macht. Der Hinterrand, die direkte Verlängerung des Kiels, ist wie dieser gewölbt und widerstand der Verdrückung. Aus dieser Tatsache darf geschlossen werden, daß das Horn vorne nicht sehr fest war, ich vermute sogar, daß es spaltförmig klaffte, und so die beiden Vorderränder aufeinander gepreßt werden konnten. Die Spitze des Horns lag außerhalb des Gesteinsstücks, es ist nach dem Verlauf des erhaltenen Teils und der Anwachslinien, die die Figur sehr gut wiedergibt, nicht zu erwarten, daß sie noch sehr lang war oder aus der Richtung abbog. Der Mundrand, soweit er unterhalb des Horns lag, ist nicht erhalten. Es ist anzunehmen, daß er ähnlich geformt war wie der in Fig. 5 von *inflatum* abgebildete. Von Interesse ist, daß der Vorderrand des Horns konkav verläuft und diese Biegung bei einer Ergänzung nach *inflatum* in der unteren Partie in eine konvexe Linie übergehen müßte.

Auf den 5. ausgezeichneten Knoten (s. oben) folgen noch drei Rippen, von denen die erste besonders deutlich, etwas wohl aber auch noch die zweite, sich ein Stück ins Horn fortsetzen. Durch die Verdrückung liegen aber die Verhältnisse in der Nähe der Mündung unterhalb des Horns nicht völlig klar.

Hornformen bei *Inflaticeras inflatum*.

Bei Literaturstudien über Mundrandformen von *Inflaticeras inflatum* habe ich zwar viele diesbezügliche Bemerkungen, aber sehr wenig Abbildungen oder Beschreibungen gefunden. Doch macht meine Zusammenstellung keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, um so weniger, als ich bei der Nachsuche auf eine Anzahl von populären oder französischen Provinzial-Zeitschriften stieß, die auch die Staatsbibliothek in Berlin nicht besitzt. Gerade solche aberranten Bildungen erregen auch in weiteren Kreisen Interesse, so daß immerhin die Möglichkeit vorliegt, daß sich Abbildungen und vielleicht auch Diskussionen derselben Frage in derlei Blättern finden. Da es aber auch in diesem Fall anderen gehen wird wie mir, daß nämlich die Literatur nicht zu beschaffen ist, diskutiere ich die Frage auf Grund des mir zur Verfügung stehenden Sammlungs- und Literaturmaterials. Es ist kaum daran zu

zweifeln, daß sich aus dem Gault von Folkestone, vielleicht auch aus Frankreich, in manchen Museen besseres Material findet, aus sehr offensichtlichen Gründen konnte dieses nicht in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen werden.

Abbildungen fand ich an folgenden Stellen:

1. Buvignier, Statistique Géol. . . . du Dép. de la Meuse. Taf. 31 Fig. 8 u. 9. Paris 1852.
2. Jukes-Browne, The Cretaceous Rocks of Britain. **1**. The Gault and Upper Greensand of England. p. 58. Mem. Geol. Surv. Un. Kingd. London 1900.
3. Kossmat, Untersuchungen über die Südindische Kreideformation. p. 168. Taf. 23 Fig. 2. Beitr. Pal. u. Geol. Österr.-Ung. u. Orients. **9**. Wien 1895.
4. Sowerby, The Mineral Conchology of Great Britain. **2**. p. 163. Taf. 173. London 1818.
5. Woodward, A Manual of the Mollusca. p. 93. Fig. 55. London 1851—56. (Diese Abbildung kehrt mehrfach in der Literatur wieder.)

Beschreibung in ausführlicher Weise, aber ohne Abbildung:

Seeley, On Ammonites from the Cambridge Greensand. p. 226. The Annals and Magazine of Natural History. **16**. 3. Serie. London 1865.

Außerdem konnte ich untersuchen: drei Stücke aus der Sammlung der Preuß. Geol. Landesanstalt Berlin und zwei Stücke aus der Sammlung des Geologischen Instituts der Technischen Hochschule Braunschweig. Auch an dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, für die Überlassung des kostbaren Materials herzlichen Dank auszusprechen.

Überzeugend geht aus der Literatur hervor, daß sich Hörner bei *inflatum* nicht nur in einem eng umgrenzten Gebiet oder in einer Meeresprovinz finden. Nachgewiesen sind sie in Nord- und Süd-Frankreich, England, Norddeutschland, Indien, Texas[1].

Ich glaube daher aussprechen zu dürfen, daß jedes ausgewachsene *Inflaticeras inflatum* ein Horn besessen hat[2]. Ich kenne kein Stück und weiß auch keines aus der Literatur, das einen anderen als den gehörnten Mundrand zeigt. Nun ist ja kein Zweifel, daß die nicht ausgewachsenen Exemplare

[1] Nach brieflicher Mitteilung von Dr. Böse, s. später.

[2] Dasselbe vermutet Strombeck: Über das Alter des Flammenmergels im nordwestlichen Deutschland. p. 486. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. **8**. Berlin 1856; und aus der Schilderung bei Seeley a. a. O. ist zu schließen, daß auch er diese Vermutung hegte.

andere, den Rippen gleichgerichtete, also nur geschnäbelte Mundränder besessen haben. Die Erhaltung von Mundrändern nicht ausgewachsener Individuen ist aber ganz allgemein eine große Seltenheit. Pompeckj [1] kann unter der Summe von Arten und Exemplaren mit anomaler Wohnkammer, die er anführt, nur zwei Exemplare ausfindig machen, die nicht ausgewachsen zugrunde gingen, und deren Mundrand erhalten wurde. Er begründet [2], warum die Erhaltung des Mundrands, selbst eines ausgewachsenen Individuums, eine Seltenheit ist; um wieviel mehr gelten seine Gründe dann für ein nicht ausgewachsenes!

Wenn die gehörnten Inflaticeraten oft ganz verschieden groß sind, so gilt auch hier, was Pompeckj [3] sagt, daß bei Ammoniten oft in der Größe recht verschiedene Stücke als ausgewachsen angesprochen werden müssen.

Ehe mit der Besprechung der verschiedenen aus der Literatur ersichtlichen Horntypen begonnen werden soll, seien die mir im Original vorliegenden Stücke beschrieben.

Aus der Sammlung der Preuß. Geol. Landesanstalt Berlin stammen drei Stücke, alle drei aus dem Flammenmergel. Eines von Baddekenstedt zeigt nur den Ansatz des Horns, fast genau so weit wie auf der Abbildung von Sowerby; je eines aus Baddekenstedt und aus Neuwallmoden zeigen das ganze Horn. Die Stücke stellen sog. Skulptursteinkerne dar und sind auf etwa $\frac{1}{2}$ ihrer ursprünglichen Dicke zusammengedrückt, doch scheint neben dem Druck von oben auch noch eine seitliche Druckkomponente mitgewirkt zu haben. Die drei Stücke sind nahezu gleich groß, auch sind sie sich sonst derart ähnlich, daß e i n e Abbildung genügt. Da die inneren Windungen nichts Neues zeigen, wird nur ein Stück des letzten Umgangs abgebildet. Der Durchmesser des Exemplars, von dem die Abbildung stammt, beträgt 13,5 cm, gemessen unmittelbar vor der Stelle, an der das Horn die normale Spirale verläßt. Auf etwa dem letzten $\frac{3}{4}$-Umgang stehen bei allen drei Stücken die Rippen einzeln und weit, von da an rückwärts stehen sie

[1] Über Ammonoideen mit anormaler Wohnkammer. p. 276. Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg. 1894.

[2] Über Ammonoideen mit anormaler Wohnkammer, a. a. O. p. 275. Anmerkung.

[3] Über Ammonoideen mit anormaler Wohnkammer, a. a. O. p. 278 ff.

dichter und gabeln sich. Hinsichtlich der Berippung, aber auch der Größe, haben die Stücke eine verblüffende Ähnlichkeit mit dem von Kossmat a. a. O. abgebildeten Stück. Besonders sei darauf hingewiesen, daß die Rippengabelstelle verhältnismäßig hoch auf den Flanken sitzt und nicht so nahe am Nabel, wie z. B. bei dem Exemplar, das Buvignier a. a. O. abbildet. Wenn meine Stücke, speziell das abgebildete, etwas hochmündiger und engnabliger erscheinen als das Kossmat'sche, so ist dies wohl größtenteils auf die erwähnte Verdrückung zurückzuführen. Primär wird der Unterschied zum mindesten nicht sehr groß gewesen sein.

Fig. 5. Letzter Mundrand eines *Inflaticeras inflatum* Sow. sp. Flammenmergel Neuwallmoden. Sammlung der Preuß. Geol. Landesanstalt Berlin. $\frac{1}{2}$ natürl. Größe.

Die Länge der Wohnkammer dieser Stücke ist unbekannt, da auf dem Skulpturensteinkern natürlich keine Lobenlinie zu sehen ist; leider ist, ausgenommen am Mundrand, aber auch von Anwachslinien nichts zu bemerken.

Der Verlauf der letzten Rippe geht aus der Figur hervor. Sie erscheint nur als schwache Falte hinter dem Mundrand und ist knotenlos. Sie ist bogenartig gekrümmt und erlischt auf dem Vorderrand des Horns, ehe dessen Rückwärtsbiegung einsetzt. Die vorletzte Rippe ist besonders bezeichnend. Auch sie verläuft nicht radial wie die normalen Rippen, sondern ist schwach gekrümmt. Sie zeigt, wenn auch nicht sehr betont, in durchaus normaler Höhe Anschwellungen, die den Nabel- und Flankenknoten der Normalrippen entsprechen; der Außenknoten dagegen erscheint hoch ins Horn gerückt,

wie sich denn überhaupt die Rippe in dieses fortzusetzen scheint. Die Anfangsrichtung des Horns ist durch den Verlauf der Rippe beeinflußt, wo sie, und zwar ziemlich unvermittelt, endet, biegt das Horn um. Natürlich wird es hier auch flacher.

Auch auf dem Horn lassen sich Anwachslinien nicht feststellen, nur am vorderen Mundrand sind solche erkennbar. Die Linien, die auf der Zeichnung den im Horn gelegenen Rippenteil übersetzen, sind nur Linien der Schraffur, keine Anwachslinien.

Der Hinterrand des Horns, also die direkte Verlängerung des Kiels, erscheint als geschlossenes Gewölbe, das Vorderende mag, wie die Stacheln bei *Murex*, offen gewesen sein, die Verdrückung ist hier am stärksten, was gegen einen gewölbeartigen Verschluß spricht (cf. die Beobachtung bei *cornutum* oder auch Seeley a. a. O.). Bei dem abgebildeten Stück markiert sich hier auch eine scharfe Kante, und zwar an einer Stelle, wo das Horn schon völlig zurückgebogen ist, die sehr wohl als linksseitiger Vorderrand anzusprechen ist.

Die Rückbiegung des Horns ist auf beiden Stücken gleichartig, auch das dritte zeigt nichts, was auf eine andere Biegung schließen läßt. Das Horn legt sich etwas auf die Seite, so daß es rechts unter dem Kiel verschwindet. Leider konnte hier der Verlauf nicht mehr untersucht werden, die Stücke wären bei einer derartigen Präparation zerstört worden.

Der Übergang vom Kiel zum Horn erfolgt in sanfter Rundung. Auf dem letzten $\frac{1}{4}$ Umgang ist eine ganz allmähliche Erhöhung des Kiels festzustellen. Ob diese primär ist, erscheint jedoch fraglich, da die Verdrückung, wie schon erwähnt, auch mit seitlicher Komponente erfolgte. So entsteht das Bild, daß auf der freigelegten Seite der Kiel sich nahe der Mündung höher erhebt, als es primär der Fall war, während $\frac{1}{2}$ Umgang zurück umgekehrt die Flanken über den Kiel geschoben sind.

Die Stücke aus der Sammlung des Geol. Instituts der Technischen Hochschule Braunschweig stammen aus Neuwallmoden. Erhaltungszustand derselbe. Beide sind etwas größer, das eine mißt fast 16, das andere gar 18 cm. Das Horn scheint vorne offen gewesen zu sein, hinsichtlich der

Berippung bieten sie nichts Neues. Das große Exemplar macht jedoch den Eindruck, als sei das, leider abgebrochene, Horn nicht eingerollt gewesen. Die Rückbiegung setzt nicht in derselben Weise ein, wie dies bei den anderen der Fall ist. Soweit man aus dem Bruchstück schließen kann, war das Horn eher in Form eines Halbmondes oder eines Boothakens ausgebildet als eingerollt. Doch ist dies nur eine Vermutung, die mit allem Vorbehalt ausgesprochen werden soll.

Zieht man zur Besprechung die einzelnen Hornformen zu, die sich in der angegebenen Literatur finden, so kann man zwei verschiedene Horntypen unterscheiden: das gestreckte Horn, Typus Woodward, und das eingerollte, Typus Fig. 5. Die übrigen Hornformen scheinen gestaltlich zu vermitteln.

Das gestreckte Horn und diesem nahestehende Formen finden sich beschrieben bei Seeley, abgebildet bei Jukes-Browne und Woodward. Beide Abbildungen leiden darunter, daß die Ammoniten, namentlich hinsichtlich der Berippung, offenbar höchst ungenau gezeichnet sind. Beim Woodward-schen Exemplar fehlt auch eine Größenangabe, da anzunehmen ist, daß das Stück verkleinert abgebildet ist. Bei ihm fällt auf, daß nur das letzte $\frac{1}{4}$ Umgang einzelstehende Rippen aufweist, rückwärts stellen sich Schaltrippen ein, während sonst etwa das letzte $\frac{3}{4}$ Umgang Einzelrippen zeigt. Doch weiß ich nicht, ob bei einer so offensichtlich schematischen Zeichnung diesem Umstand größere Bedeutung zuzumessen ist. Eines darf aber wohl immerhin geschlossen werden, nämlich, daß das gestreckte Horn durchaus kein feststehender Typus ist, sondern in Länge und Stärke Schwankungen unterworfen ist, auch eine gewisse Rückbiegung des distalen Endes vorkommen kann. Das Gemeinsame scheint im Verhalten der letzten Rippen zu liegen, besonders derjenigen, die sich ins Horn fortsetzt. Diese „Hornrippe“ ist beim Typus „gestrecktes Horn“ deutlich nach vorne gezogen.

Fernerhin kommt das gestreckte Horn in Texas vor. Herr Dr. Böse hatte die große Liebenswürdigkeit, mir darüber folgendes mitzuteilen: „Ein echtes *inflatum* kenne ich weder aus Mexiko noch aus Texas, dagegen sind Repräsen-

tanten der Gruppe sehr häufig. Texas wird vielleicht sich als das bei weitem reichste Land an Inflaticeraten und verwandten Genera der Erde erweisen. Die Stücke erlangen eine Größe bis zu mindestens 30 cm, die von mir nicht selten in den mittleren Duck Creek beds bei Dennison, Texas, gefundenen gehörnten haben einen Durchmesser von ca. 20 cm. In der unteren Zone der Duck Creek beds finden sich nur Inflaticeraten, die sich mehr der *Elobiensis*-Gruppe nähern, die der mittleren schließen sich mehr *inflatum* an. Die Hörner sind, soweit ich sie noch im Gedächtnis habe, ziemlich gerade und ähneln dem von *cornutum* (Anm. des Verf.'s: ich hatte Dr. Böse eine Zeichnung zugeschickt), sind aber im Verhältnis viel kleiner. Andere Mündungen erinnere ich mich nicht, dort gesehen zu haben, eingerollte Hörner sind sicher nicht vorhanden."

Beim eingerollten Horn biegt dagegen die Hornrippe nach hinten. Auf Grund dieses Unterschiedes zögere ich nicht, die Stücke von Sowerby und Kossmat zum eingerollten Typus zu stellen. Daß auch dieser nicht unveränderlich ist, zeigt das Exemplar von Buvignier, dessen Horn viel weniger weit eingerollt ist als beim Typus.

Ist der Rekonstruktionsversuch an dem größeren Braunschweiger Stück richtig, so wäre in ihm eine Zwischenstufe zu sehen, etwa zwischen dem Exemplar von Jukes-Browne und dem von Buvignier. Der Verlauf der Hornrippe widerspricht dieser Annahme nicht: unterhalb des Horns ein Vorbiegen, im Horn ein Rückbiegen, so daß eine schwache S-Form entsteht.

Aus der Form der Hornrippe wurde auf die Gestalt des Horns geschlossen, was liegt näher als zu versuchen, aus Skulptur oder Querschnitt der früheren Umgänge auf die Gestalt des Horns schließen zu wollen. Ich muß gestehen, es war mir unmöglich, irgend ein Charakteristikum zu finden. Vielleicht liegt es daran, daß, wie schon erwähnt, die Abbildungen sehr zu wünschen übrig lassen, für viel wahrscheinlicher halte ich, daß ein solches Charakteristikum gar nicht existiert. Pompeckj stellt bei anomalen Wohnkammern (a. a. O. p. 287) fest, daß Formveränderungen am Vorderende der Wohnkammern beginnen und im Lauf der geologischen Entwicklung immer weiter zurückgreifen. Die Hörner sind als

Grenzfälle anomaler Wohnkammern aufzufassen, aber schon die Anlage machte ein Rückwärtsgreifen unmöglich, doch wird dies später noch besprochen werden. Jedenfalls, ich bezweifle, daß aus den früheren Umgängen geschlossen werden kann, ob das Horn gestreckt oder eingerollt angelegt wird.

Bedeutung der abnormen Bildungen.

Die Bedeutung periodisch erweiterter Mündungen als Zeichen von Wachstumsstillstandslagen ist wohl unbestritten. Nur ist zu bemerken, daß bei Inflaticeraten die erweiterten Mündungen nicht solchen Wachstumsstillstandslagen entsprechen, die möglicherweise beim Septenbau eintraten: die Zahl der Kammerscheidewände übertrifft die der anomalen Mündungen um ein Vielfaches. Die Stillstandslagen bei Inflaticeraten sind eher denjenigen zu vergleichen, die bei anderen Gattungen zur Bildung von Paulostomen führten. Eine gewisse Parallele zum Septenbau, oder besser gesagt, zu dem hierdurch zum Ausdruck gebrachten Ausmaß des Vorrückens des Tieres in der Schale, läßt sich allerdings bei den Inflaticeraten feststellen. Auf der Wohnkammer stehen die anomalen Mündungen im allgemeinen gedrängter, wie denn auch die Septen enger stehen, wenn sich das Tier dem ausgewachsenen Zustand nähert. Bei langsamerem Vorrücken tritt also pro Umgang das Ereignis häufiger ein, das zur Wachstumsstillstandslage führt. Diese Erscheinung legt den Schluß nahe, daß die Wachstumsstillstandslage mit äußeren Erscheinungen in Zusammenhang zu bringen ist[1]. Eine Zeit, in der der un-

[1] Dafür spricht auch schon die oben erwähnte Tatsache, daß den ausgezeichneten Rippen irgend ein starrer Bauplan fehlt. Wohl ist manches mit verschieden hoher Anheftung beim Weiterbau zu erklären, zwei Dinge mindestens sind primär: die rasche oder allmähliche Erweiterung der Mündung und die Häufigkeit des Auftretens pro Umgang, die weitgehendst schwankt. Wie oben erwähnt, finden sich im Stamm *Oxytropidoceras—Inflaticeras* ausgezeichnete Rippen von *Delaruei* bis *inflatum*, die Möglichkeit periodisch erweiterte Mündungen zu bauen muß also im Stamm gelegen haben. Die Frage ist nur: wurde diese Möglichkeit durch äußere Anlässe nur ausgelöst, dann wäre meines Erachtens ein starrer Bauplan zu erwarten, oder aber ist den äußeren Bedingungen ein größerer Einfluß zuzuschreiben. Ich neige zu letzterer Annahme, glaube also, die

ausgewachsene Organismus nicht an Volumen zunahm (hier zum mindesten nicht die hinteren Partien des Weichkörpers), kann als Zeit mangelnder Nahrungszufuhr gedeutet werden. Ich denke weniger an einen direkten Einfluß jahreszeitlicher Schwankungen auf die Ammoniten, als vielmehr an einen indirekten: z. B. Einwirkung dieser auf Futtertiere der Ammoniten. Viele Meerestiere unternehmen zu bestimmten Zeiten Wanderzüge und beeinflussen dadurch die Lebensbedingungen ihrer Feinde auf das einschneidendste. Die Tatsache, daß periodische Wachstumsstillstandslagen, in der hier in Betracht kommenden Ausbildungsweise, auf ganz bestimmte Tetrabranchiaten beschränkt sind, kann so gedeutet werden, daß nur diese sich (ev. auch nur während eines gewissen Größenstadiums) von Tieren ernährten, die Wanderzüge unternahmen.

Während einer Wachstumsstillstandslage kann dem Tier das Bestreben zugesprochen werden, seinen Mundrand so bequem wie möglich zu bauen, um Verletzungen des Mantels bei raschem Zurückziehen zu vermeiden. Als solche Versuche kann man nicht nur trompetenförmig erweiterte Mündungen, sondern auch innere Schalenverdickungen deuten, die sich bei manchen Ammonoideen finden. Gegen diesen Deutungsversuch läßt sich manches einwenden, so als erstes: wo nimmt das Tier bei mangelnder Nahrungszufuhr den Stoff zu solchem Bau her. Hier könnte sehr wohl an aufgespeicherte Kalksubstanz gedacht werden, eine Reserve, wie sie z. B. von Krebsen, aber auch *Helix pomatia* (Deckelbau) angelegt wird. Zweitens: die trompetenförmige Mündung wird besonders bequem genannt, und doch zeigt gerade der letzte Mundrand, den das Tier doch vermutlich länger besaß wie alle anderen, eine andere Gestalt. Man muß aber in Betracht ziehen, daß der letzte Mundrand nicht selten eine Sonderstellung einnimmt. Wo anomale Wohnkammern sich finden, ist die Annahme einer Umprägung des Organismus im Alter geboten[1]. Diese kann

---

erweiterten Mündungen sind durch äußere Anlässe bedingt und die ererbte Veranlagung spielt nur die eine Rolle, daß sie dem Organismus gestattet nachzugeben. (Dieser Gedanke wird am Schluß der Arbeit noch weiter ausgebaut.)

[1] Pompeckj, An. Wohnk. a. a. O. p. 286 ff.

± weit gehen, ist aber sicherlich auch da vorhanden, wo es sich nur um den Grenzfall anomaler Wohnkammern, nämlich um die Erwerbung anomaler letzter Mündungen handelt.

Bedeutung der Knoten bei *Inflaticeras cornutum*.

Kommt den Knoten bei *Inflaticeras cornutum* die Hauptbedeutung in ihrer Eigenschaft als Knoten zu, oder lag sie darin, daß der Hinterrand der Knoten bei der Mündungserweiterung die „Rinnen" bildete? Eines läßt sich jedenfalls sagen: ein Ammonit, der solche Knoten besaß, kann unmöglich ein guter aktiver Schwimmer gewesen sein. Man könnte sich das Tier aber als passiven Schwimmer denken und in den Knoten eine Art von Bojen sehen zur Erleichterung des Auftriebs. Ein unten abgeschlossener Knoten kann vielleicht diese Funktion erfüllen (das läßt sich berechnen), bei *cornutum*, wo die Knoten fast nur im Bereich der Wohnkammer liegen und, wie oben ausgeführt, mindestens zu einem großen Teil von Weichkörper ausgefüllt waren, kommt ihnen diese Bedeutung nicht zu. Abgesehen davon müßten die Knoten als Bojen durch ihre Asymetrie eine schiefe Lage des Tieres im Wasser hervorrufen. Auch als „Schwebeorgane" durch Vergrößerung des Reibungswiderstands im Wasser kommen die Knoten nach ihrer Gestaltung nicht in Frage. Pia[1] sagt, daß Knoten zum Aufnehmen und Verteilen von Stößen bei Bewohnern stark bewegten Wassers nützlich sein können. Dies mag bei manchen Formen der Fall sein, besonders bei Formen mit unten geschlossenen Stacheln, wo eine Verletzung der Stachelspitze den Weichkörper bezw. die Luftkammer nicht in Mitleidenschaft zieht, bei *cornutum* bedeutet der Knoten in dieser Hinsicht sicherlich mehr eine Gefährdung als einen Schutz. Aus all diesen Gründen kann man sich für *cornutum* eigentlich nur vorstellen, daß es Bodenbewohner auf weichem Untergrund war.

Nach dem, was man sich für die Lebensbedingungen von *Inflaticeras cornutum* rekonstruieren kann (siehe auch noch unter „Hörner"), kam dem Knoten also keine Bedeutung zu, die als nutzbringend für das Tier zu deuten wäre. Ich hege

[1] Untersuchungen über die Gattung *Oxynoticeras* .... p. 115. Abh. k. k. Geol. Reichsanst. **32**. Wien 1914.

durchaus nicht die Absicht, hier auch noch die Psychologie eines *Inflaticeras cornutum* zu diskutieren, es ist aber immerhin zu bedenken: die ausgezeichneten Knoten stellen exzessive Bildungen dar, durchaus nicht zu vergleichen mit den regelmäßig sich einstellenden Knoten oder Stacheln anderer Ammoniten. Geht man nicht zu weit, wenn man in diesem Sonderfall auch noch nach der besonderen Nützlichkeit der Knoten forscht, die doch nur durch Zubau der Rinnen entstanden sind? Ich sehe in den Knoten das typische Merkmal von Degeneration. Der Mantel besaß zu wenig Beweglichkeit, um nach der Anlage erweiterter Mündungen sich abzulösen und mit dem Weiterbau wieder von unten anzufangen. Die Knoten wurden das Verderben des Tieres! Über weitere Degenerationserscheinungen bei dieser Art siehe später.

Bedeutung der Hörner bei Inflaticeraten.

Diese Frage kann in zwei Gruppen geteilt werden: lag die Bedeutung des Horns darin, daß es ein Futteral für ein wichtiges Weichorgan darstellte, oder aber: kommt ihm als Hartgebilde eine besondere Bedeutung zu? Stillschweigend ist bei dieser Fragestellung vorausgesetzt, daß das Horn einen bestimmten Zweck zu erfüllen hatte.

Das Horn als Futteral für ein wichtiges Organ zu deuten, liegt keine Veranlassung vor. Bei den lebenden Cephalopoden ist kein medianes Gebilde bekannt, das irgendwie zu der Form eines Horns passen würde, und die Tatsache, daß unter fossilen Cephalopoden Hörner auf die Inflaticeraten beschränkt zu sein scheinen, spricht auch gewichtig gegen diese Annahme. Bei den gebogenen Hörnern wäre dieses Weichgebilde auch derart eingesperrt, daß man sich eine Funktion nur schwer vorstellen kann. Seeley sagt, das Horn sei vorne offen, Buvignier bildet es geschlossen ab, doch erscheint seine Zeichnung stark schematisiert. Nach den mir vorliegenden Stücken glaube ich, daß es vorne schlitzartig klaffte nach Art der Stacheln von *Murex*. Ich sehe im Horn nur das Resultat einer absonderlichen Ausstülpung des Mantelrandes, nicht aber ein Gebilde, angelegt von einem besonders wichtigen Organ zu seinem speziellen Schutz.

Kommt nun dem Horn als Hartgebilde eine besondere Bedeutung zu? Die Versuche, aus Mundrand- und Wohn-

kammerformen der Tetrabranchiaten auf Geschlechtsunterschiede zu schließen, sind nicht geglückt. Außerdem sind, wie bereits erwähnt, weder bei *cornutum* noch *inflatum* Stücke mit anderen als gehörnten Mündungen bekannt. Das Horn ist daher wohl nicht als sekundäres Geschlechtsmerkmal zu deuten.

Die Bedeutung der Stacheln bei *Murex* liegt klar: es handelt sich um eine Schutzvorrichtung des Tieres gegen das Umgeworfenwerden durch bewegtes Wasser. Solchen Zweck können die Hörner der Inflaticeraten nicht erfüllen, nicht die gestreckten, noch weniger die eingerollten. Den größten Angriffspunkt für bewegtes Wasser bildet die Breitseite des Tieres, und gerade gegen seitliche Einwirkung vermag das Horn nicht zu stützen. Auch als „Schwimmboje" kann das Horn nicht gedeutet werden, so wenig wie als „Schwebeorgan". Man könnte wenigstens im geraden Horn einen Wellenbrecher sehen, ein Gebilde, das das Tier befähigt, das Wasser besser zu durchschneiden. Nach dem derzeitigen Stand unseres Wissens tritt aber *cornutum* früher auf als *inflatum*, aber gerade *cornutum* ist eine denkbarst ungeeignete Schwimmform. Auch in Tang- und Sargassowäldern kann das Horn nur ein Hindernis gewesen sein, als Verankerungsorgan[1] ist zum mindesten das eingerollte Horn sicherlich nicht zu deuten.

Aber auch andere Erklärungsversuche versagen. Als Kampforgan kam das Horn sicher nicht in Betracht, dazu war es, wie *cornutum* zeigt, zu dünnschalig. Die Hörner als Schreckmittel deuten? Gewohnheitsmäßige Feinde lassen sich durch solche „Schreckmittel" doch nicht abhalten, und es ist nicht verständlich, wie zum Abschrecken gelegentlicher Feinde das Horn phylogenetisch erworben worden sein soll. Daß ein gehörnter Ammonit schwerer zu verschlingen gewesen wäre wie ein ungehörnter, erscheint gleichfalls unwahrscheinlich. Ein Tier, das die Schale zermalmt, zermalmt auch das Horn, denn daß der Ammonit „mit Haut und Haar" verschlungen wurde, erscheint nach der Bezahnung der Kreidefische und -saurier nicht eben wahrscheinlich. Ein Schlag, auch mit einem Fanggebiß, genügt, die Schale zu zertrümmern.

[1] Pia, a. a. O. p. 115.

Gegen Tiere, die nur den Weichkörper aus der Schale fressen, schützt auch das Horn nicht. Als Haftorgan ist es so wenig zu deuten wie als Klammerorgan bei der Kopula. Überhaupt ist zu bedenken, daß das Tier während der ganzen Zeit seines Wachstums das Horn gar nicht besessen hat und daß es wohl, wenn aus rezenten Cephalopoden geschlossen werden darf, schon vor dem Erwachsensein geschlechtsreif war.

Nach dem bisher Gesagten war es unmöglich, einen Nutzen festzustellen, den das Horn dem Tier gebracht hätte. Man kann ja wohl auch aus der Tatsache, daß wir unter allen Tetrabranchiaten Hörner nur bei aussterbenden Arten der Gattung *Inflaticeras* kennen, schließen, daß das Horn keine Erwerbung ist, die dem Ammonitentier Vorteile brachte.

Die Frage spitzt sich nun für *inflatum* so zu: Ist die gehörnte Form durch Mutation (im Sinn der Vererbungswissenschaft) schlagartig entstanden, oder hat man hier ein Beispiel langsamer Entwicklung unter Vererbung einer erworbenen Eigenschaft?

Angenommen, es handelt sich um Mutation, so bleiben noch zwei Möglichkeiten: entweder ist die Mutante nur an einer Stelle aufgetreten und hat sich dann über große Teile der Erde verbreitet, oder aber ist sie in getrennten Meeresprovinzen unabhängig voneinander aufgetreten.

Nimmt man das erstere an, schreibt also die weltweite Verbreitung erst den gehörnten Formen zu, so stößt man auf zwei Widersprüche. 1. Selbst wenn man die Verbreitung auf Rechnung von larvalen und Jugendformen setzt, müßte man doch in den (im ausgewachsenen Zustand gehörnten) Inflaten Ammoniten sehen, die ganz besonders günstig organisiert waren und daher weltweit heimisch werden konnten. Dieser Annahme widerspricht aber das kurz darauf folgende Aussterben dieser Art und damit auch des ganzen Stammes. 2. In allen Meeresgebieten, aus denen gehörnte Inflaticeraten bekannt sind, finden sich auch schon ihre ungehörnten Vorläufer bis zurück zu den Oxytropidoceraten[1]. Diese treten

[1] Oxytropidoceraten finden sich auch in Südafrika, und wenn man bislang von dort noch kein gehörntes *Inflaticeras* kennt, so beweist dies nichts gegen seine Existenz, es ist eben überhaupt kein Mundrand einer dafür in Frage kommenden Form bekannt. Letzteres gilt auch für

in Europa als Einwanderer vorläufig unbekannter Herkunft und Abstammung auf. Aus dem sichergestellten Vorkommen derselben Gattung in Afrika, Asien und Amerika darf geschlossen werden, daß es schon die Oxytropidoceraten waren, die sich weltweit verbreitet hatten, und nichts spricht dafür, daß sich dieser Vorgang später noch einmal wiederholt hat. Man gelangt also zu dem Bild, daß in den verschiedenen Meeresprovinzen der Übergang von den Oxytropidoceraten zu den Inflaticeraten und die Weiterentwicklung der letzteren unabhängig vor sich gegangen ist[1]. Die Annahme, die gehörnte Form sei nur an einer Stelle entstanden, muß also aus der Diskussion ausscheiden.

Damit bleibt also nur die zweite Möglichkeit, daß nämlich das Horn durch Mutation in den verschiedenen Meeresprovinzen parallel entstanden ist. Aber auch diese Annahme kann mit den Tatsachen nicht in Einklang gebracht werden. Wo wir einen Mundrand von *inflatum* kennen, ist er eben gehörnt. Die Verdrängung der Grundform (selbst wenn man als solche nicht etwa ein problematisches ungehörntes *inflatum*, sondern *Bouchardianum* annimmt), setzt wieder besonders günstige Organisation der gehörnten Form voraus, eine Annahme, die oben abgelehnt wurde. Damit entfallen aber auch etwaige Versuche, Formen mit gestrecktem Horn etwa als intermediäre Bastarde zwischen geschnäbelten und solchen mit eingerolltem Horn zu deuten.

Aus diesen Gründen ist wohl die Anschauung, die gehörnte Form sei als Mutante entstanden, überhaupt abzulehnen: nicht einzelne Exemplare, sondern alle wurden gehörnt. Man wird das Horn als erworbene Eigenschaft deuten müssen, wofern man sich nicht damit bescheiden will, in der Entwicklung des Horns einfach eine „Tendenz im Stamm“ (s. später) zu erblicken. Man wird nach Ursachen in der Umwelt suchen, nach den Lebensmöglichkeiten des Tieres

Australien, nur daß, aus der mir zugänglichen Literatur zu schließen, dort die Oxytropidoceraten noch nicht gefunden zu sein scheinen. Doch sei ausdrücklich bemerkt, daß neben Formen der *inflatum*-Gruppe dort doch auch schon die Vorläuferform *Bouchardianum* vorkommt. Wenigstens vermag ich die Abbildung Taf. 67 Fig. 3 u. 4 von Etheridge, Low. Cret. Fossils from the sources . . . South Central Queensland, Records Australian Museum. 7. Sydney 1908—10, nicht anders zu deuten.

[1] Vgl. auch Stieler, a. a. O. p. 397.

forschen, aus denen heraus die Entstehung eines solchen Gebildes verständlich erscheinen mag. Die verschiedenen Horntypen mit ihren Übergängen stützen dann die Annahme, daß das Horn als allmähliche Reaktionserscheinung entstanden ist, unter Vererbung und Weiterentwicklung der erworbenen Eigenschaft[1].

Oben wurde die Vermutung ausgesprochen, daß *cornutum* Bodenbewohner war, was liegt näher als die Frage aufzuwerfen: ist das Horn nicht eine Reaktion auf Lebensweise am Meeresboden.

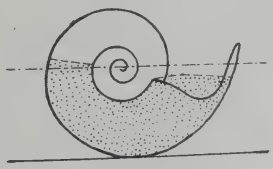


Fig. 6.

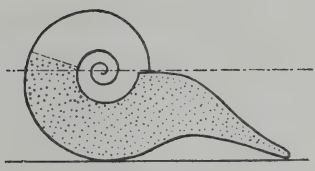


Fig. 7.

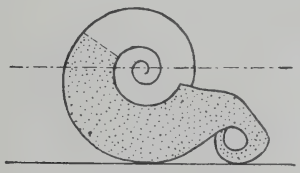


Fig. 8.

Stellt man sich das Ammonitentier, in die Schale eingezogen, auf dem Meeresboden liegend vor, so wird man, wie dies bei *Nautilus* beobachtet ist, folgende Lage annehmen müssen: der gekammerte Teil strebte nach oben, die Wohnkammer mit dem Weichkörper, der sicherlich schwerer ist als Wasser, nach unten. Die Schale wird sich in die Gleichgewichtslage einstellen. Nun ist bei dieser theoretischen Überlegung natürlich die Länge des Weichkörpers von ausschlaggebender Bedeutung. Beträgt, wie bei den Inflaticeraten, die Wohnkammerlänge etwa $\frac{1}{2}$ Umgang, so wird die Mündung des Tieres gegen oben zeigen (Fig. 6). Streckt das Tier Kopf und Arme aus, so findet eine Verlagerung des Schwerpunkts des Weichkörpers mündungswärts statt, es wird

[1] Das soll nicht heißen, daß ich an absolute Stetigkeit bei der Erwerbung des Horns glaube. Die Entwicklung mag sehr wohl in einzelnen Etappen vor sich gegangen sein, sprungartig von Etappe zu Etappe. Aber die Sprünge waren klein.

eine Drehung der Schale eintreten dergestalt, daß sich die Bauchseite der Mündung bodenwärts neigt. Die rezenten Nautili besitzen verhältnismäßig kurze Wohnkammern, die Schale liegt also immer so auf dem Boden, daß die Mündung auf der Bauchseite dem Boden nahe ist, das Tier also, ohne sich weit vorstrecken zu müssen, mit Weichorganen den Boden berühren kann. Etwas anders liegen in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den Inflaticeraten. Das Tier muß seinen Weichkörper mehr aus der Schale strecken, bis es den Boden erreichen kann, selbst wenn man in Rechnung setzt, daß durch das Ausstrecken die Schale, in dem Tier vorteilhaften Sinn, etwas gedreht wird. Viel günstiger in dieser Hinsicht ist ein Ammonit gestellt, der einen Aptychus besitzt, durch dessen Gewicht auch eine gewisse Drehung der Schale erfolgt. Da bei Inflaticeraten von Aptychen nichts bekannt ist, wäre es jedoch sehr unvorsichtig, hier einen solchen in Rechnung zu stellen. Unter Abwägung dieser Verhältnisse erscheint die Gefahr sehr groß, daß ein *Inflaticeras*, wie das in Fig. 6 abgebildete, beim Bestreben, seinen Weichkörper zum Kriechen weit vorzustrecken, im Wasser hochsteigt. Wesentlich günstiger ist in dieser Beziehung ein gehörntes *Inflaticeras* gestellt. Durch die Anlage des Horns wird der Schwerpunkt gewaltig nach der Ventralseite der Mündung verschoben. Aber auch genetisch könnte man so die Bildung der Hörner erklären, unter der Annahme, das Tier hätte von einer gewissen Größe an als Bodenkriecher gelebt. Das Tier besaß in diesem Alter einen Schnabel. Als Bodenkriecher hinderte aber sicherlich der Schnabel: die vordere Partie des Weichkörpers war bodenwärts orientiert, es herrschte in ihr ein Zug aus der normalen Spirale heraus, ventral-abwärts. Die Fortsetzung des Schnabels wurde gebaut, während dieser Zug herrschte, es entstand das gestreckte Horn (Fig. 7). Durch Vererbung, unter Fortdauer des Zugs im Weichkörper, entstand aus dem gestreckten das gebogene und eingerollte Horn (Fig. 8).

Der Nachweis für die Richtigkeit dieses Erklärungsversuchs muß stratigraphisch geführt werden. Darnach müßten Formen mit gestrecktem Horn in etwas tieferen Lagen sich finden als solche mit eingerolltem. Das wenige, was darüber zu ermitteln war, spricht zum mindesten nicht gegen diese Annahme.

Abschließende Bemerkungen über die Gattung *Inflaticeras*.

Verfasser lagen die Korrekturbogen dieser Arbeit vor, als er sich die Abhandlung von Spath (a. a. O.) zugänglich machen konnte. Ihr seien einige Worte gewidmet, in engster Anlehnung an meine bereits mehrfach erwähnte Arbeit (a. a. O.).

Die von Spath unter dem Hyatt'schen Familiennamen Dipoloceratidae zusammengefaßten Gattungen *Dipoloceras* Hyatt, *Pseudophacoceras* und *Subschloenbachia* Spath entsprechen den von mir vor Spath aufgestellten Gattungen *Oxytropidoceras* und *Inflaticeras*. Meine Gattungsdiagnosen treffen auch auf die südafrikanischen Formen zu. Bedauerlicherweise scheint Spath meine Arbeit nicht vorgelegen zu haben.

Einige Bemerkungen zur Systematik sind nicht zu umgehen. Vergeblich sucht man bei Spath wie bei Hyatt nach einer Gattungsdiagnose von *Dipoloceras*, wie denn Spath überhaupt auf Gattungsdiagnosen verzichtet. Besonders beachtenswert ist, daß Spath p. 278 sagt, *shumardi* Marcou stelle eine Übergangsform von *Dipoloceras* zu *Subschloenbachia* (Typus: *rostratum* Sow.) dar, sowie p. 278 ff., *quadratum* Spath, das nach ihm *Bouchardianum* sehr nahe steht, sei eine Übergangsform von *subcristatum* zu *subinflatum*. Er ist sich also der Übergänge von der *cristatum*- zur *rostratum*-Gruppe bewußt geworden. Dinge, die ich p. 351 genannter Arbeit ausführlich besprochen habe.

Für die *Roissyanum*-Gruppe stellte er die Gattung *Pseudophacoceras* auf, eine Notwendigkeit, der ich mit Schaffung der Gattung *Oxytropidoceras* bereits nachgekommen war. Entgangen ist ihm die genetische Reihe *Roissyanum—Delaruei—cristatum*, obgleich er mehrfach nahe genug daran ist, auch diese zu bemerken. So wenn er p. 220 eine Form aff. *Delaruei* d'Orb. als typisches *Dipoloceras* aus der *cristatum*-Gruppe bezeichnet, wenn er p. 280 von seinem *Dipoloceras* n. sp. sagt, daß der Kiel so scharf sei wie der einer Varietät von *Roissyanum* und die Flankenberippung ähnlich sei der von manchen Varietäten von *Delaruei*. Endlich spricht er p. 279 aus, d'Orbigny's abgeflachte Type von *Bouchardianum* zeige Anlehnung an *Roissyanum*.

Aber von der nahen Erkenntnis wird er abgelenkt, indem er die Gattung *Mojsisovicsia* ins Auge faßt und *Delaruei* dieser Gattung, allerdings mit Fragezeichen, zuordnet. Betrachtet man die Diagnose von Steinmann[1], die beginnt: „Gehäuse ziemlich involut, aus glatten, unverzierten, an der Externseite gerundeten Umgängen bestehend . . .", so erscheint diese Zurechnung einfach unverständlich, um so mehr, als Spath in der „Pulverisierung" der Arten und Gattungen Erklecklicheres leistet. Statt das Gemeinsame zu betonen, geht er z. B. so weit, daß er eine ganze Reihe von in der Literatur als Varietäten von *inflatum* bekannten Formen mit neuen Artnamen belegt. Wenn irgendwo, so sind bei den Inflaticeraten weite Artbegriffe unumgänglich nötig, um das „Zerflattern" des Stamms vor dem Aussterben erkennbar zu machen.

Fußend auf dem Recht der Priorität streiche ich die von Spath nach mir aufgestellten Gattungen *Pseudophacoceras* und *Subschloenbachia*. Auf Grund meiner Untersuchungen betone ich, was ja bereits aus der Tabelle meiner genannten Arbeit hervorgeht, daß die Hyatt'sche Gattung *Dipoloceras* einzuziehen ist, weil sie nur einen ganz kleinen Formenkreis umfaßt, innerhalb dessen aus Oxytropidoceraten die Inflaticeraten werden. Damit entfällt auch der Hyatt'sche Familienname Dipoloceratidae.

Einige Bemerkungen seien auch der Stellung von *Inflaticeras cornutum* zu der Formenreihe *Oxytropidoceras—Inflaticeras* gewidmet. Jacob (a. a. O. p. 384) gibt für Frankreich *I. cornutum* zusammen mit *cristatum* an. Diese Angabe deckt sich im wesentlichen auch mit denen von Jukes-Browne über England[2].

---

[1] Über Tithon und Kreide in den peruanischen Anden. p. 242 ff. Dies. Jahrb. 1881. II. Stuttgart.

[2] a. a. O. Allerdings gibt Jukes-Browne *cornutum* an zwei Stellen, p. 82 u. 450 auch höher an, so daß es noch mit *inflatum* zusammentreffen würde, aber auch *inflatum* gibt er an anderen Stellen tiefer an, als sonst allgemein gefunden. Vorläufer und Nachzügler kann es immer geben; vielleicht mag aber auch Aufarbeitung, wie ich sie vom Cap Blanc Nez feststellen konnte, hier zu einer Täuschung Veranlassung geben. Die Regel scheint zu sein, daß *cornutum* und *inflatum* nicht zusammen vorkommen, sondern durch ein längeres Zeitintervall getrennt sind. Vgl. auch die oben unter „ausgezeichnete Rippen" gemachten Bemerkungen über die von Spath genannten Cornuten aus dem Brit. Museum.

Wenn aber Jacob anschließend sagt, *cornutum* entstehe aus *cristatum* durch besonders gesteigerte Ausbildung der ausgezeichneten Rippen, so kann ich diese Bemerkung nicht unwidersprochen lassen. Die nahe Verwandtschaft *cristatum—cornutum* sei zugegeben, beide sind als Abkömmlinge von *Oxytropidoceras Delaruei* d'Orb. sp. aufzufassen. Die Verwandtschaft *Delaruei—cornutum* ist klar ersichtlich. Bei beiden sind die älteren Umgänge glatt, hochmündiger als die jüngeren, aber auch, von den ausgezeichneten Knoten von *cornutum* abgesehen, die späteren Umgänge gleichen sich hinsichtlich der Berippung stark. Daß bei meinem Exemplar von *cornutum* Bauchknoten vorhanden sind (Pictet, wie oben bemerkt, bildet keine ab), läßt sich aus *Delaruei* ableiten, bei diesem ist eine gewisse Anschwellung der Rippen auf der Bauchseite festzustellen. Aber auch die ausgezeichneten Rippen zeigen Ähnlichkeit, indem gleichzeitige Erweiterung auf dem ganzen Flankenraum stattfand. Außerdem besitzt *cornutum* zwei Hilfsloben, und zwei solche habe ich bei *Delaruei* stets gefunden[1]. *Cristatum* dagegen besitzt nur einen Hilfslobus, und der ist bei manchen Stücken umbonal gelegen. Trotz der großen Ähnlichkeit mit *Delaruei* ist *cornutum* aber nach seinem Querschnitt wie nach der Lobenlinie (Fig. 9) nicht mehr zur Gattung *Oxytropidoceras*, sondern zur Gattung *Inflaticeras* zu stellen. Die Existenz von zwei Hilfsloben bei *cornutum* (auch Pictet bildet sie ab) sei besonders betont. Ich sehe in diesen zwei Hilfsloben ein Merkmal, das als ursprünglich zu deuten ist. *Inflaticeras inflatum* besitzt keine Hilfsloben mehr. Diese Tatsache hängt nicht etwa mit dem Querschnitt zusammen, denn der Querschnitt der späteren Umgänge von *cornutum* ist dem von *inflatum* recht ähnlich!

Es ist also festzuhalten, daß *cornutum* eine Reihe von Merkmalen besitzt, die auf die Stammformen der Inflaticeraten hinweisen. Und trotzdem besitzt gerade *cornutum* ein Horn, also ein Gebilde, das sich erst ganz am Ende des Stammes, bei *inflatum*, als Regel einstellt! *Cristatum* ist nicht gehörnt, sondern besitzt einen Schnabel. Daß das Beweisstück, d'Orbigny, Pal. Franç. Terr. Crét. Taf. 88, ein ausgewachsenes Individuum

[1] Trotz anderer Angabe von d'Orbigny, die auch Pictet unwidersprochen läßt.

darstellt, ist nicht zu bezweifeln[1]. Aus Fig. 4 Taf. 88 geht hervor, daß der abgebildete Schnabel vorne zungenförmig endet, die Anwachslinien weiter rückwärts zeigen, daß hier der Schnabel spitzer war. Die Verbreiterung darf als Zeichen aufgefaßt werden, daß man es hier mit einer Wachstumsstillstandslage, und zwar offenbar der letzten (s. oben) zu tun hat, das Tier war ausgewachsen. Aber auch *Bouchardianum*, das später auftritt als *cristatum* und genetisch zwischen diesem und *inflatum* vermittelt, besitzt einen Schnabel[2], noch kein Horn.

Man hat also bei *cornutum* nur die Wahl, entweder im Horn eine Erscheinung zu sehen, die es früher erwirbt als die anderen Formen des Stamms, oder aber all die primitiven Merkmale als atavistisch zu deuten. Unter diesen Umständen, wenn man zugleich noch die Angaben über das Auftreten in Betracht zieht, wird man sich für die erstere Annahme entscheiden müssen; *cornutum* ist ein früh abzweigender, nachkommenlos aussterbender Ast des Stamms *Oxytropidoceras—Inflaticeras*.

Fig. 9. Lobenlinie von *Inflaticeras cornutum* Pict. sp. bei *b* der Fig. 2. Doppelt vergrößert.

Oben wurde schon erwähnt, daß die eigenartige Berippung bei *cornutum* als Degenerationserscheinung zu deuten ist, Degeneration zeigt auch die Lobenlinie. Fig. 9 stellt diejenige dar, die sich an dem in Fig. 2 abgebildeten Stück unmittelbar an dem mit *b* bezeichneten ausgezeichneten Knoten befindet. Im Aufbau ist sie völlig identisch mit der von Pictet abgebildeten, nur die Elemente sind bei der meinigen weniger plump. Rückbildung in Richtung auf den „ceratitischen" Typus ist unverkennbar: die Sättel sind nur wenig gezähnt, die Loben mehr, aber nicht mehr verästelt; der erste Seitenlobus ist groß, der zweite auffallend klein und kommt in Gestalt und Größe den Hilfsloben nahe; der Außensattel ist auffallend breit.

Aus solchen „Rückbildungen" der Lobenlinie schließt Pia (a. a. O. p. 117), daß die Tiere dauernd in derselben Tiefe unter

[1] Einen letzten Mundrand von *cristatum*, der ein Stück des Schnabels zeigt, bildet auch Spath, a. a. O. Taf. 25 Fig. 2, ab. Diese Abbildung ist deshalb so wertvoll, weil sie nicht wie die von d'Orbigny schematisiert ist.

[2] d'Orbigny, a. a. O. p. 301.

Wasser gelebt haben. Im Prinzip ist das auch von Solger[1] ausgesprochen, der in der Erwerbung „ceratitischer" Sutur den Beweis für Rückkehr des Tieres von schwimmender zu kriechender Lebensweise sieht. Aus anderen Gründen wurde oben geschlossen, daß *cornutum* Bodenkriecher war. Nur erscheint mir hier die Frage, was Ursache und was Wirkung, nicht völlig geklärt. Ich neige zur Annahme, *cornutum* war eine dekadente Form, und diese Dekadenz sprach sich auch in der Lobenlinie aus. (Oben wurde aus der Gestalt der Knoten geschlossen, daß der Weichkörper des Tieres nicht mehr beweglich genug war, sich von den Ohren abzulösen. Mit geringer Beweglichkeit des Weichkörpers läßt sich auch die vereinfachte Lobenlinie erklären.) Ich möchte also eine „ceratitische" Lobenlinie nicht als notwendige Folge kriechender Lebensweise auffassen, wenngleich beides häufig Hand in Hand gehen mag. Aber sei dem wie ihm wolle, eine Lobenlinie ohne Reduktionserscheinungen wie bei *inflatum* darf meines Erachtens nicht als Beweis gegen die Annahme gelten, *inflatum* sei im Alter Bodenkriecher gewesen.

Neuerwerbungen treten bei Mollusken gewöhnlich am Vorderrand des ausgewachsenen Tieres auf und vererben sich schrittweise rückwärts. Das Horn war eine Neuerwerbung, die das Tier gezwungenerweise annehmen mußte, um überhaupt am Boden leben zu können, seiner Entwicklung aber war es zweifellos nicht günstig. Rückwärtsvererben eines solchen Gebildes scheint unmöglich, es konnte nur etwas modifiziert werden. Mit der Erwerbung des Horns aber war das Tier auf ein ganz bestimmtes Milieu festgelegt (weicher Boden). Änderungen der äußeren Bedingungen konnte sich eine so exzessive Form wie das gehörnte *inflatum* nicht mehr anpassen. Und daß im oberen Gault, besonders um die Grenze Vracon—Cenoman durch geologische Ereignisse einschneidende Änderungen eintraten, darf als bewiesen gelten. *Inflatum* aber stellt den Gipfel des Stamms *Oxytropidoceras—Inflaticeras* dar, sein Schicksal besiegelte auch das des Stamms.

[1] Die Lebensweise der Ammoniten. p. 93. Naturwiss. Wochenschr. Neue Folge. 1. Jena 1901, und: Die Ammonitenfauna der Mungokalke . . . p. 98. — Esch, Beiträge zur Geologie von Kamerun. Stuttgart 1904.

Ich sehe also in der Erwerbung des Horns bei *cornutum* und *inflatum* nur Konvergenz, hervorgerufen durch Anpassung an dieselbe Lebensweise und erleichtert dadurch, daß beide Formen verwandt, die Schnäbel gleichartig beschaffen waren.

Will man diese Deutung nicht gelten lassen, so muß man zur Erklärung den völlig vagen Begriff der „Tendenz im Stamm" heranziehen. Die Art *cornutum* erwirbt das Horn frühzeitig, das erst später im Hauptstamm der Inflaticeraten auftritt. Soweit wir schließen können, war das Horn ein Gebilde, das die Tiere auf eine ganz bestimmte Lebensweise festlegte und damit ihr Aussterben zum mindesten beschleunigte. Es wäre eine merkwürdige Tendenz, die in sich den Todeskeim für die Organismen trägt.

Wedekind[1] spricht von einer „pseudospontanen Progression", über die er sagt: „daß innerhalb einer Progressionsreihe ein Charakter, der normal und vollständig erst wesentlich später auftritt, gleichsam in voreiliger Entwicklung bei den älteren Formen der Progressionsreihe in Erscheinung tritt". Die daraus zu schließende „bestimmt gerichtete Entwicklung" leugnet er dann im folgenden, indem er sagt, sie erscheine nur dem rückschauenden Beobachter bestimmt gerichtet, man suche eben auf Grund zahlreicher und sehr verschiedenartiger Versuche vorwärts zu kommen. Aber gerade in unserem Fall führt der einzige Weg, den wir kennen, in eine Sackgasse. Und weil er so eigenartig ist, daß wir ihn sonst nirgends bei Tetrabranchiaten kennen und weil ein anderer von der Gattung, soweit wir wissen, nicht gefunden wurde (sicherlich keiner, der sie vor dem Aussterben bewahren konnte), kommt man bei dieser Betrachtungsweise eben doch wieder auf die „bestimmt gerichtete Entwicklung" zurück. Gewonnen wird durch solche Spekulation nichts, das Problem wird nur noch komplizierter, da man eben doch um die Annahme einer dem Stamm innewohnenden Kraft nicht herumkommt, die selbst in entfernten Zweigen zu irgendwelchen Zeiten nach derselben Richtung hin wirkt. Noch scheinen mir die Beispiele, die für das Wirken einer solchen Kraft angeführt werden, nicht beweisend, auch die nicht, die Sal-

[1] Beiträge zur progressiven Entwicklung der Organismen. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. in Marburg. p. 26. Marburg 1918.

FELD[1] neuerdings anführt für einen „in der Entwicklungsrichtung liegenden endogenen Charakter". In der Zeit, die zwischen dem Abschluß dieser Arbeit und dem Eintreffen der Korrekturbogen lag, erhielt Verfasser noch eine Arbeit von WEDEKIND[2], zu der noch einige Worte bemerkt seien. Manche meiner Anschauungen fand ich hier bereits ausgesprochen, in anderem gehen unsere Ansichten weit auseinander. Wenn WEDEKIND z. B. p. 21 von Endgliedern von Terminalreihen sagt, sie seien einseitig und übermäßig auf ein bestimmtes Milieu eingestellt, so kann ich dem nur zustimmen. Gleich im nächsten Satz findet sich aber der Passus: „Ist dieses Milieu zufällig vorhanden . . .". Eine Form würde sich also auf ein Milieu einstellen und könnte sich dann glücklich preisen, wenn dieses Milieu, auf das sie sich, doch wohl nur von innen heraus, eingestellt hat, nun auch „zufällig" vorhanden ist!

Statt eine solche Kraft anzunehmen, erscheint es mir näherliegend, von der den Gliedern einer Gruppe innewohnenden „Lebenskraft" zu sprechen. Ein lebenskräftiger Stamm wird in allen seinen Gliedern auf denselben äußeren Einfluß einheitlich reagieren: jedes Individuum, jede Art für sich, wird im Grunde genommen denselben Weg gehen. Auf einen ungünstigen Einfluß werden sie so reagieren, daß sie diejenige Form annehmen, die ihm am besten die Spitze zu bieten vermag.

Ein Stamm mit nur mehr geringer Lebenskraft wird diese einheitliche Reaktion seiner Glieder vermissen lassen. Man braucht dabei noch gar nicht einmal an Einflüsse zu denken, die plötzlich und unvermittelt sich einstellen. Manche Erscheinungsformen der Umwelt werden, wie man dies ja beim einzelnen Individuum weiß, vom lebenskräftigen Organismus spielend überwunden. Für den schwachen aber bilden sie eine Gefahr, treten als ungünstige Einflüsse in Erscheinung, obgleich sie früher ebenso vorhanden waren. Was für

[1] Über die Ausgestaltung der Lobenlinie von Jura- und Kreide-Ammonoideen. p. 10. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math.-phys. Klasse. Göttingen 1919. Zu der neuen Arbeit von DÜRKEN und SALFELD, Die Phylogenese, Berlin 1921, kann hier noch nicht Stellung genommen werden.

[2] Über Virenzperioden. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. in Marburg. Marburg 1920. No. 2.

das Einzelindividuum gilt, gilt aber natürlich auch für die Gesamtheit, für den Stamm. Einzelne seiner Gruppen werden sich durch Abwandern dem ungünstigen Einfluß zu entziehen suchen, andere, jede für sich und in anderer Weise, werden sich dem Einfluß beugen, sich in ungünstige Verhältnisse einzwängen lassen und nach kürzerer oder längerer Zeit in ihnen zugrunde gehen. So entsteht das Bild, das man als „phyletische Altersschwäche" bezeichnet, degenerierte und exzessive Formen treten auf.

Anzeichen solcher „phyletischer Altersschwäche" weist der Stamm *Oxytropidoceras—Inflaticeras* mit seinen Seitenzweigen[1] in geradezu erstaunlicher Fülle auf. Sie seien hier kurz zusammengestellt:

Verlieren der Flankenverzierung, bezw. Flankenverzierung und Kiel im Alter:

Gattung *Falloticeras* Par. et Bon.

Reduktion in der Kielregion:

Gattung *Brancoceras* Steinm. em. Stiel., *Inflaticeras varicosum.*

Reduktion der Sutur in Richtung auf „ceratitischen" Typus:

Gattung *Brancoceras* wie oben, *Inflaticeras cornutum.*

Abnormitäten in der Flankenverzierung:

Immer: *Inflaticeras cristatum, I. cornutum.* Häufig: *Oxytropidoceras Delaruei,* seltener: *I. Bouchardianum,* als Ausnahme: *I. inflatum.*

Erwerbung von „Hörnern":

Inflaticeras cornutum, I. inflatum.

Berlin, im Juni 1920, Korrektur abgeschlossen Nov. 1921.

[1] Stieler, a. a. O.

Über den Ursprung der Achatgerölle und der Gerölle anderer Quarzmineralien in den Diamantseifen an der Küste Südwestafrikas.

Von

Werner Beetz in Lüderitzbucht.

Mit Taf. VII—IX.

Seit Beginn meiner Tätigkeit bei der Deutschen Diamanten-Gesellschaft (DDG.) (Südwestafrika) im Januar 1914 habe ich die Gelegenheit gehabt, mich mit der Frage nach der Herkunft der Achatgerölle und Gerölle anderer Quarzmineralien zu befassen, die im Diamantgebiet an der Küste Südwestafrikas mit den Diamanten zusammen vorkommen und deren Ursprung noch ganz unbekannt war.

Im Juni 1914 teilte ich dem Direktor der Deutschen Diamanten-Gesellschaft, Herrn Dr. Lotz, meine Ansicht über diese Frage mit und Herr Dr. Lotz war durchaus damit einverstanden, daß ich die Frage weiter verfolgte, besonders da er sich von der Lösung derselben auch eine Klärung des Problems der Herkunft der Diamanten versprach. Wertvolle Anregung und mannigfache Unterstützung bei der Ausarbeitung des Problems verdanke ich Herrn Professor Kaiser, der vom Juli 1914 bis Mai 1919 in Südwest weilte und mit dem ich gemeinsam das uns zugängliche Gebiet der Diamantfelder bearbeitete [1].

[1] Seit der ersten Niederschrift obiger Mitteilungen sind folgende Arbeiten über die erwähnten Untersuchungen veröffentlicht worden:

Kaiser, E. und W. Beetz: Die Wassererschließung in der südlichen Namib Südwestafrikas. (Ein Beitrag zur Frage der Wasserbewegung

Im Januar 1918 stellte ich die Arbeit in den Grundzügen fertig. Im Januar 1920 wurde die Arbeit nach den neuen von Professor Kaiser und mir gewonnenen Resultaten teilweise umgearbeitet.

Besonderen Dank möchte ich an dieser Stelle Herrn Dr. Lotz aussprechen, durch dessen Anregung erst alle geologischen Arbeiten im Gebiet der DDG. ermöglicht wurden. Ferner bin ich dem hiesigen Leiter der DDG., Herrn Diplom-Bergingenieur Glockemeier, der stets in weitgehender Weise die geologischen Arbeiten unterstützte, zu großem Danke verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1. Merensky, Hans: Vorläufige kurze Angaben über die Diamantvorkommen bei Lüderitzbucht. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909. p. 79—80.
2. — Die Diamantvorkommen in Lüderitzland, Deutsch-Südwestafrika. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909. p. 122—129.
3. Lotz, H.: Über die Lüderitzbuchter Diamantvorkommen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909. p. 142. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. 1909. p. 135—146.
4. Range, Paul: Die Diamantfelder bei Lüderitzbucht. Deutsches Kolonialblatt. 1909. 15. November. No. 22. p. 1039—1048.
5. Voit: Die Diamantfelder bei der Conception-Bucht. Deutsches Kolonialblatt. 1910. p. 326—331. No. 8. 15. April.
6. Krause, C.: Notes on the German South-West African Diamonds (Read 25th July, 1910). Transact. of the Geol. Soc. of S. A. 13. 1910.
7. du Toit, A. L. and H. S. Harger: Discussion on Dr. P. A. Wagner's paper entitled „The Origin of the German South-West African Diamonds". Transact. of the Geol. Soc. of S. A. Monthly Meeting 19. Sept. 1910.

und Wassererschließung in ariden Gebieten.) Zeitschr. f. prakt. Geol. 1919. 27. p. 165—178, 183—198. (Hierin befindet sich eine ganz rohe Übersichtsskizze, die wenigstens einige der in obiger Arbeit genannten Örtlichkeiten nachweist.)

Kaiser, E: Studien während des Krieges in Südwestafrika. 1. Assimilationserscheinungen an den Eläolithsyeniten des Granitberg in der südlichen Namib. 2. Zur Kenntnis der Hohlformen, Eindeckungen, Ausfüllungen und Aufschüttungen der Trockengebiete. 3. Kalkkrusten. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1920. 72. Monatsber. p. 50—76.

— Bericht über geologische Studien während des Krieges in Südwestafrika. Abhandl. d. Gießener Hochschulgesellschaft. 1920. II. p. 1—57.

— Morphogenetische Ergebnisse auf Reisen während des Krieges in Südwestafrika. Verhandl. des 20. Deutschen Geographentages zu Leipzig 1921. Berlin 1922. p. 159—175.

8. Scheibe, R.: Verhandlungen des Deutschen Kolonialkongresses 1910. p. 32—40 Protokoll eines Vortrages: Das Lüderitzbuchter Diamantengebiet.
9. Range, Paul: Geologie des Deutschen Namalandes. Beitr. z. geol. Erforsch. d. Deutschen Schutzgebiete. Heft 2. Berlin 1912.
10. Dammer, Bruno und Oskar Tietze: Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums. I. Bd. 1913.
11. Wagner, Percy Albert: The Diamond Fields of Southern Africa. Johannesburg 1914.
12. — The Geology and Mineral Industry of South-West Africa. Geol. Surv. Mem. No. 7. Pretoria 1916.
13. Lotz, H., J. Böhm und W. Weissermel: Geologische und paläontologische Beiträge zur Kenntnis der Lüderitzbuchter Diamantablagerungen. Beitr. z. geol. Erforsch. der Deutschen Schutzgebiete. Heft 5. Berlin 1913.
14. Scheuring, G.: Die mineralogische Zusammensetzung der deutsch-südwestafrikanischen Diamantsande. Beitr. z. geol. Erforsch. der Deutschen Schutzgebiete. Heft 8. Berlin 1914.
15. Passarge, Siegfried: Die Kalahari. 1904.
16. Krusch, P.: Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten. Stuttgart 1907.
17. Kalkowsky, E.: Die Verkieselung der Gesteine in der nördlichen Kalahari. Abh. d. naturw. Ges. Isis, Dresden 1901. p. 55—107.

I. Bedeutung der Achatgerölle und der Gerölle anderer Quarzvarietäten für die Theorie der Herkunft der Diamanten.

In der Nähe der Küste Südwestafrikas von Conceptionbucht bis zur Wasserstelle Chameis liegen auf Seifen mit mehr oder weniger groben sandigen Kiesen an vielen Stellen Diamanten. Seit der Auffindung der Lagerstätten haben sich zahlreiche Fachleute und Laien mit der Frage nach dem Ursprung dieser Diamanten beschäftigt. Dort, wo man die Edelsteine zuerst fand, wurden durch die ziemlich mächtigen Seifen viele kleine Schächte getrieben in der Hoffnung, auf Kimberlitschlote zu stoßen. Diese Hoffnung erwies sich als irrig, nichts derartiges wurde gefunden. Es sprach gegen diese Hoffnung auch — worauf mehrfach hingewiesen wurde, Harger (7), Range (4) —, daß die den Diamanten im Kimberlit begleitenden Mineralien wie Ilmenit, Olivin, Enstatit, Diopsid und Chromgranat vollkommen in den Seifen fehlen. Die bisweilen in großen Mengen vorhandenen Granaten halten kein

Chrom und lassen sich aus den Gesteinen der Nachbarschaft mühelos herleiten. Man versuchte nun durch die Mineralien, die mit den Diamanten auf den jungen Ablagerungen vorkommen, Anhaltspunkte in bezug auf das Ursprungsgestein zu bekommen. Die eingehendste Untersuchung wurde schließlich im Mineralogischen Institut der Universität Gießen auf Veranlassung der Herren Lotz und Kaiser durch Dr. G. Scheuring ausgeführt an Hand zahlreicher Proben von vielen verschiedenen Entnahmestellen (14). Aber alle so gefundenen, mit Diamant vergesellschafteten Mineralien ließen sich zwanglos aus unverdächtigen Gesteinen des benachbarten Untergrundes herleiten, bis auf die bunten, sehr häufigen Quarzvarietäten: Chalcedon, Jaspis, Eisenkiesel, Achat etc. Auffallend wirkte dabei, daß die Körner und Gerölle dieser Quarzmineralien überall da vorzukommen schienen, wo Diamanten in den Kiesen liegen, ja sie wurden direkt als Indikator für Diamantführung angesehen. Jeder der sich mit der Frage nach dem Ursprung der Diamanten beschäftigte, mußte zur Frage des Ursprungs der sie begleitenden Quarzmineralien Stellung nehmen und es ist dies auf verschiedene Art geschehen.

Eine Übersicht über die wichtigsten geäußerten Ansichten wird am besten in die Frage der Gerölle der Quarzmineralien einführen und ein Bild davon geben, welche Bedeutung ihnen gegeben wurde in bezug auf die Herkunft der Diamanten.

(Ich möchte im folgenden der Kürze halber die Gerölle der mit den Diamanten zusammen vorkommenden Quarzvarietäten: Chalcedon, Jaspis, Bandachat etc. nach dem am meisten in die Augen fallenden Vertreter mit Achatgerölle bezeichnen.)

Merensky schrieb als erster über diese Achatgerölle (1): „Diese Quarze stammen zweifellos aus einem Mandeldiabas, der bisher nicht nachgewiesen worden ist und gegenwärtig unseren Blicken durch die See verborgen sein dürfte.“ In ähnlichem Sinne äußert er sich an anderer Stelle (2).

Lotz (3) legt besonderen Wert auf das Zusammenvorkommen von Achat und Diamant und leitet sie unter Vorbehalt von den Achaten der Diamanten führenden Vaalriverschotter ab; er weist auch auf die ähnliche Beschaffenheit der Diamanten von Südwest und vom Vaalriver hin, und sagt ferner: „Die Achatgerölle in der Nähe oder an der jetzigen Küste sind Herrn Merensky anscheinend entgangen. Es ist mir aber vorläufig unerklärlich, wie er diese sowohl, wie den bunten Feinkies der Diamant-

lagerstätten erklären will, wenn er annimmt, daß die Mandeldiabase jetzt im Meer liegen. Gerölle entstehen in Flüssen oder an der Küste, in diesem Falle aus den dort anstehenden Gesteinen. Die Achate sind aber Fremdlinge."

Auch Range (4, p. 1042) betont, daß an mehreren Stellen von der See noch heute Achatgerölle ausgeworfen werden.

Range war bereits vor Entdeckung der Diamanten im äußersten Süden des Diamantgebietes etwa 130 km südlich von Lüderitzbucht bei Sinclair-Insel ans Land gekommen und hatte die dort 10 km landeinwärts liegende Wasserstelle Buntfeldschuh besucht. Dabei waren ihm an einem 120 m hohen Steilabfall junge — tertiäre — Schichten von bedeutender Mächtigkeit aufgefallen, aus denen er mit Recht die Achatgerölle ableitete, die die westlich dem Steilabfall vorgelagerten Ebenen übersäen. Seine Ansicht, daß die vorgelagerten Flächen ergiebige Diamantfelder darstellen, hat sich nicht bestätigt, die Felder sind sehr arm. Weiterhin (4, p. 1044) wendet sich Range gegen die Theorie von Dr. Lotz und sagt: Es „stimmt nicht, daß die Achate und Diamanten immer zusammen vorkommen. Die feinen Bandachate, die z. B. den Stauchschen Feldern entstammen, sehen auch ganz anders aus, als die groben Achatgerölle vom Strand bei Lüderitzbucht und brauchen nicht demselben Mandelstein zu entstammen. Man kann auch nicht von den Achatgeröllen einer jungen Strandterrasse sprechen, sie kommen von etwa 120 m über dem Meer bis zum Strande in den verschiedensten Höhenlagen vor. Die Vaalfluß-Diamantseifen hören bald unterhalb Barkley-West auf und weiter unterhalb am Orange, der doch im englischen Gebiet seit Jahrzehnten besiedelt ist, ist nie etwas von Diamanten bekannt geworden, obwohl danach gesucht wurde. Ferner habe ich mir bei einem Besuch in Kimberley im März 1909 die Begleitmineralien der Seifen am Vaal angesehen und keine Bandachate gefunden, die denen bei Lüderitzbucht gleichen. Schließlich ist von alten Flußbettverlegungen des Orange, die darauf hindeuten, daß er früher in der Nähe unserer Diamantlagerstätten mündete, nichts zu bemerken."

Leider sagt Range nicht, wieso sich die Achate der Diamantkiese von den Achaten des Vaalriverschotters unterscheiden; ebenso definiert er nicht den Unterschied zwischen den Achaten von den Stauchschen Feldern und denen von Roberthafen.

Range gegenüber hat Krause (6) erneut auf die Bedeutung der Vergesellschaftung von Diamant mit Achat hingewiesen. Nach ihm stammen die Achatgerölle unzweifelhaft aus einem Eruptivgestein.

Ähnlich äußert sich Harger (7) und weist darauf hin, daß die Kiese durch die Achatgerölle den Kiesen vom Vaalriver sehr ähnlich sind mit dem Unterschied, daß in Südwest die Begleitmineralien aus dem Kimberlit fehlen.

Scheibe (8, 10) bestreitet ebenso wie Range das gleiche Ursprungsgestein von Diamant und Achat: „Die Annahme wäre aber nicht zutreffend, daß etwa Diamant- und Chalcedonreichtum des Sandes unbedingt zusammengehöre. Gerade an reichen Stellen im Pomonagebiet sind die Chalcedone mindestens sehr selten, fehlen manchmal fast ganz; andererseits sind in manchen achatreichen Sanden Diamanten nicht gefunden worden." „Ich

schließe nun, daß die Diamanten, die gleich den Achaten Fremdlinge in ihrer Umgebung sind, ...“ An anderer Stelle (10) sagt Scheibe (p. 18): „Die Schotter, Sandsteine und Sande bestehen großenteils aus Trümmern, die sich von den benachbarten Gesteinen ableiten lassen, enthalten aber meist noch einen der bekannten Umgebung fremden Bestandteil, nämlich Chalcedongerölle in Gestalt von roten, gelben und gestreiften Achaten und schwarzem, roten, braunen, gelben und grünen Jaspis. In den Schottern erreichen diese neben den oft größeren Geschieben von Quarz und Quarzit wohl Hühnereigröße, in den Sanden fallen sie auch manchmal durch ihre Größe auf, stimmen darin aber gewöhnlich mit den übrigen Sandkörnern überein, die aus Quarz, an Menge wechselndem Feldspat, untergeordneten Körnchen von Granat, Epidot, Magnetit und Eisenglanz, örtlich auch Brauneisenerz und Schwefelkies bestehen; Glimmerschüppchen sind überall nicht selten. Die Chalcedon führenden Sande sehen oft eigentümlich bunt aus, ihre Körner sind gut abgerollt.“

Percy Wagner nimmt mehrfach Stellung zur Frage der Achatgerölle. Er betont (11, p. 299) die auffallende Tatsache der so häufigen Vergesellschaftung von Diamant und Achatgeröllen, die beide auch in der Korngröße häufig übereinstimmen. Zwar ist er überzeugt, daß die Vergesellschaftung eine zufällige ist, doch glaubt er, daß beide von der gleichen Örtlichkeit stammen und durch gleiche Faktoren verbreitet sind. Über das Ursprungsgestein der Achatgerölle führt er folgendes aus: „The agates clearly represent the siliceous amygdales of a vesicular rock. No rock of this description is known to occur in the littoral or within the interior, but agates are being cast up along the coast at the present day, and there can therefore be no question as to their submarine origin.“ In seinem 1916 erschienenen Werke (12) beschäftigt er sich mehrfach mit der gleichen Frage und weist darauf hin, daß in den tertiären Sandsteinen unregelmäßige Knollen von braunem Hornstein vorkommen und daß auch Fossilien aus den Tertiärablagerungen verkieselt sind, worauf vorher bereits Dr. Lotz aufmerksam gemacht hatte (13).

Dr. Reuning, der die Untersuchungen der Diamantfelder im Süden nach ihrer Entdeckung leitete, hatte besonderes Gewicht darauf gelegt, daß Diamanten nur bis zu dem Punkt gefunden wurden, wo noch Achate vorkommen (nach 13). Er fand auch Diamanten in tertiären Bänken mit vielen Achatgeröllen bei dem oben erwähnten Buntfeldschuh.

Man ist sich also im großen und ganzen darüber einig, daß

1. die Achate Fremdlinge sind;
2. daß sie einem Eruptivgestein, wahrscheinlich einem Mandeldiabas entstammen.

Es herrscht aber Unstimmigkeit darüber, ob sie von gleicher Ursprungslagerstätte kommen wie die Diamanten. Man mußte sich aber klar darüber sein, daß, wenn das Ursprungsgestein der Achatgerölle in der Nähe der heutigen Lagerstätten gefunden war, damit der Ansicht über die Her-

kunft der Diamanten aus großer Ferne die letzte und hauptsächlichste Stütze genommen war. Es war dann nicht mehr von der Hand zu weisen, daß das Ursprungsgestein der Diamanten ebenfalls an dieser Küste liegen muß; denn es hätte wohl eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für sich, daß, wenn alle Begleitmineralien aus der Umgebung abgeleitet werden können, der Diamant allein als Fremdling aus der Ferne stammt, noch dazu bei einer Verbreitung von über 450 km an der Küste entlang.

Ich gebe im folgenden die Resultate meiner Untersuchungen über den Ursprung der Achatgerölle und Gerölle anderer Quarzmineralien in den Diamantkiesen an der Küste Südwestafrikas.

A. Die Gerölle.

II. Das Vorkommen der Achatgerölle.

Wir können zwei Arten des Vorkommens unterscheiden:

1. Große Achatgerölle, immer verknüpft mit jungen Ablagerungen meist tertiären Alters; diese Art ist nur an wenigen Stellen, besonders auf den Südfeldern der DDG. über größere Flächen verbreitet; jedenfalls sind die Vorkommen nicht so allgemein verbreitet wie
2. kleine Achatgerölle bis etwa 6 mm Größe im Diamantkies fast des gesamten Küstenstreifens.

ad 1. An 3 Stellen hat man in den Achatgerölle enthaltenden Ablagerungen Fossilien gefunden; wo die Fossilien eine Altersbestimmung zulassen, handelt es sich um tertiäre, und zwar untermiocäne Ablagerungen.

An dem schon von Range erwähnten Steilabfall bei Buntfeldschuh liegen die Gerölle angereichert an dem Ausstrich der Achatgeröllbank. Die Streuung solcher Ausstriche ist verhältnismäßig gering. So konnte ich bei einer Achatgeröllbank die großen Gerölle nur etwa 100 m über den Rand der Ablagerung hinaus verfolgen.

Die Achate liegen in einem meist tonigen und mehr oder weniger sandigen, bisweilen mergeligen Sandstein von grüner oder rötlicher Färbung. Die Verknüpfung toniger Ablagerungen mit Achatgeröllen ist genetisch schwer zu erklären. Professor Kaiser wies auf ähnliche Ablagerungen in Deutschland hin,

wo er gefunden hatte, daß die tonige Grundmasse aus verwitterten, anderen Geröllen besteht, die zusammen mit den harten Gesteinen abgelagert sind. Es wurden darauf auch in den tonigen Achatgeröllbänken bei Buntfeldschuh und Bogenfels zahlreiche Gerölle weicher, tonig verwitterter Gesteine in der Grundmasse gefunden.

Die Achatgerölle kommen in größerer Menge im Süden der Diamantfelder bis zu einer Höhe von etwa 162 m, an anderer Stelle bis 140 m vor. Diese Höhen bezeichnen den höchsten Stand des Meeresspiegels in der Miocänzeit. Unter den weit ausgedehnten höheren Geröllablagerungen alter und junger Reviere findet man nur Hornstein- und Chalcedongerölle, z. T. von über Kopfgröße.

Achatgeröllbänke sind von der Gegend von Buntfeldschuh bis etwa 40 km nördlich davon in größeren zusammenhängenden Ablagerungen oder Resten häufig. In dem noch weiter nördlich gelegenen Pomonagebiet findet man große Achatgerölle selten in verkalkten jungen Ablagerungen. Vom Pomonagebiet bis Lüderitzbucht sind mir Achatgeröllbänke nicht bekannt.

ad 2. Die kleinen Achatgerölle des Diamantkieses leiten sich offenbar zum großen Teil aus der Zerstörung größerer Gerölle her und bekommen zum Teil durch den Südsturm allgemeine Verbreitung.

III. Die verschiedenen Quarzvarietäten und ihre Eigenschaften.

a) Die verschiedenen Quarzvarietäten unter den Geröllen.

Es wurden große Mengen von Geröllen von Buntfeldschuh und Lüderitzfelder (40 km nördlich Buntfeldschuh), den zwei am weitesten voneinander entfernten Stellen mit Achatgeröllbänken im südlichsten Diamantgebiet, gesammelt und folgende Varietäten festgestellt:

1. Hornstein und Jaspis.

Rot: Eisenkiesel, Eisenkiesel mit großen eckigen Milchquarzkörnern; roter Jaspis, Karneol, rosa Chalcedon; Eisenkiesel mit grünem und braunem Hornstein; gebänderter Eisenkiesel; Eisenkiesel mit verkieseltem Nebengestein. Der Karneol ist verhältnismäßig häufig auf Lüderitzfelder, seltener bei Buntfeldschuh.

Grün: Grüner Hornstein, kantendurchscheinend und ähnlich Chrysopras. — Grüner Hornstein mit viel Quarz (splittriger Bruch). — Grüner Hornstein mit milchweißem Chalcedon auf Klüften, ferner mit gelbem Chalcedon. — Hellgrüner bis grauer Jaspis; dunkelgrüner Hornstein mit roten Punkten (2 Stück bei Buntfeldschuh gefunden).

Braun: Dunkelbrauner bis hellgelber Hornstein bis Jaspis; häufig mit grauschwarzem Hornstein verknüpft; bisweilen von porösem Aussehen.

2. Von Chalcedonen sind außerordentlich verbreitet und überall häufig: dunkel- bis hellgelbe, farblose bis milchweiße und milchweiße mit opalisierendem Schimmer; ferner unscheinbare hell- und dunkelgraue. Alle diese Chalcedone bekommen beim Verwittern eine weiße Rinde, was auf einen hohen Opalgehalt deutet (10, p. 182).

3. Bandjaspis ist nicht häufig als Geröll, doch überall vorhanden. Am meisten kommt gebänderter Eisenkiesel vor. Ein faustgroßes Geröll stammt aus tertiären Flußschotterterrassen.

4. Achatarten.

a) Chalcedone mit schaligem Aufbau: Graublauer Achat, stark zu weißer Masse verwitternd; beim Durchschlagen des Gerölls ist häufig im Innern keine Bänderung zu sehen. Diese tritt erst bei der Verwitterung hervor; wir haben es also mit Chalcedon von schaligem Aufbau zu tun. Sehr häufig. — Farbloser und opalisierender Achat: verwittert in gleicher Weise wie der graublaue und ist mit ihm durch alle Übergänge verbunden. — Grauer Chalcedonhornstein in Drusenform und nur bei starker Verwitterung meist breite weiße Streifen zeigend oder breite Hornsteinbänder ohne feine Bänderung in Drusenform. Häufig. — Gelbe Achate sind mannigfacher Art. Häufig sind die gelben Chalcedone, die den obigen Typen entsprechen und mit weißer Bänderung verwittern. Gelber ungebänderter Chalcedon in Drusenform und Quarz umschließend und feiner gelber Chalcedonüberzug über farblosem bis opalisierendem Achatkern sind ebenfalls häufig und bilden mit den ersten Arten den größten Teil der gelben Achatgerölle. Ferner kommt seltener vor: Achat mit gelben und weißen Chalcedon-

lagen und gelber Achat mit verschiedener Nuance der Chalcedonlagen. — Onyx mit weißen und gelben, ebenflächigen Lagen ist häufiger und fast immer ganz oder mit Resten einer Chalcedonlage umlaufend überzogen, von dieser also rings eingehüllt (s. Taf. VIII Fig. 6 e, f). — Feinst gebänderter Achat mit farblosen, bräunlichen, weißen und gelblich grauen Chalcedonlagen ist bei Buntfeldschuh und auf Lüderitzfelder häufig. — Weißer Achat mit weißer Bänderung in verschiedenen Nuancen stammt in 3 Stücken von Buntfeldschuh. — Karneolachat, rot in verschiedenen Nuancen (1 Geröll von Buntfeldschuh), oder rote und weiße Lagen (mehrere Gerölle von Lüderitzfelder). — Trümmerachat, 1 Stück gefunden in der Gegend von Buntfeldschuh.

Was die Häufigkeit der Varietäten in den verschiedenen Achatbänken anlangt, so ist sie sehr verschieden, z. B. sind bei der Station Granitberg 32 km nördlich Buntfeldschuh die Hornsteine und Chalcedone sehr häufig, während die Achate ganz zurücktreten; bei Buntfeldschuh und auf Lüderitzfelder sind Achate häufig, wenn sie auch an Zahl den Hornsteinen und Chalcedonen weit nachstehen. Die Achate sind nur scheinbar häufiger, da sie mehr als die anderen auffallen.

b) Besondere Eigenschaften der Gerölle.

1. Die Größe der eigentlichen Achatgerölle gibt Scheibe als bis Hühnerei groß an. Auch ich habe wesentlich größere nicht gefunden und die Achate von Hühnereigröße sind verhältnismäßig selten. Dagegen sind die obenerwähnten Hornsteine tertiärer Flußschotterterrassen bisweilen über kopfgroß.

2. Es wirken auf die freiliegenden Gerölle zunächst Wind und Sonne ein. Der Sandsturm schleift die Gerölle an, und zwar Hornstein und Jaspis meist mit gleichmäßig glatten Flächen, während in Drusenachaten und Chalcedonen weichere Lagen (häufig auch der Quarzkern) schneller ausgeblasen werden.

3. Die Wirkung der Insolation äußert sich in dem Zerspringen der Gerölle. Manchmal folgt der Sprung der Bänderung, meist aber ist er unter einem beliebigen Winkel zur Bänderung geneigt.

4. Wichtig ist die schon mehrfach erwähnte Verwitterung. Besonders die Chalcedone und Chalcedonhornsteine überziehen

sich mit einer weißen Rinde, wobei an vielen Geröllen erst die Bänderung hervortritt. Die Rinde wird dicker und ergreift das ganze Stück; schließlich zerfällt das Stück, bei Achaten häufig in die einzelnen papierdünnen Chalcedonlagen. Dieses Verwitterungsprodukt hat im Aussehen Ähnlichkeit mit dem „Knochenstein" der Prospektoren, einem weißen Mineral von muscheligem Bruch und emaileartigem Aussehen, das Scheuring (14) in seiner eingehenden Untersuchung der Mineralien der Diamantkiese ausführlich beschrieben hat. Er hat festgestellt, daß es sich durch sein hohes spezifisches Gewicht von etwa 3 auszeichnet. Das Verwitterungsprodukt ist daraufhin untersucht, es hat sich aber bisher keines mit solch hohem spezifischem Gewicht gefunden. Die mikroskopische Untersuchung Scheuring's läßt allerdings vermuten, daß ein Zusammenhang mit den Kieselsäuremineralien vorhanden ist. Darauf deutet die häufig vorhandene Bänderung und die Verknüpfung mit Chalcedon. Auch feine Brauneisenüberzüge kommen in Verbindung mit dem weißen Verwitterungsprodukt an Achatgeröllen vor.

5. Große und kleine Quarzdrusen in Achatgeröllen gehören zu den verbreitetsten Erscheinungen; abwechselnde Quarz- und Chalcedonlagen wurden mehrfach beobachtet.

6. Eine nierige Ausbildung der Chalcedonoberfläche im Druseninnern — bisweilen mit aufsitzendem Quarz — ist häufig.

7. Ebensooft sieht man, daß Achatgerölle verschiedener Art von stalaktitischen Bildungen durchsetzt sind. Der Durchmesser solcher Stalaktiten geht bis unter 1 mm herunter, bisweilen durchsetzen nur Chalcedonnadeln die Masse, und zwar meist parallel zueinander, in einem Stück auch in verschiedenen Richtungen in Quarz hineinragend. Halbe Stalaktiten unterbrechen mit halbkreisförmiger Bänderung bisweilen ebenflächige Chalcedonlagen.

8. Schon geschildert ist der Onyx mit ebenflächigen, weiß-gelben Lagen, der von Chalcedon umlaufend umschlossen wird (Taf. VIII Fig. 6 e, f).

9. Eine auffallende Erscheinung sind die keineswegs seltenen Achate mit umlaufend-ebenflächiger Bänderung. Dammer (10, p. 172) schreibt über derartige Achate: „Diese Art der Aus-

füllung findet sich aber nur auf den südamerikanischen Lagerstätten, während sie anderen Vorkommen völlig fremd ist.“ Ich habe sie zu Dutzenden aus einer größeren Menge Achaten von Buntfeldschuh und Lüderitzfeldern herausgelesen und zwar sind alle oben angegebenen Achatarten bisweilen in dieser Form ausgebildet. Es ist hier zu erwähnen, daß oft besonders bei größeren Geröllen ebenflächige Formen der Bänderung vorhanden sind, die nicht zu der mehr rundlichen Mandelform der Achatmandeln aus Diabasen passen (Taf. VIII Fig. 6 a, c).

10. Von Wichtigkeit sind ferner die auf der Oberfläche von Achatgeröllen aufgefundenen Hohlformen, die ihre Ursache nicht in der Verwitterung haben, sondern bisweilen scharfe Kanten aufweisen. Ein positiver Ausguß einer solchen Hohlform zeigte die Kristallform: Skalenoeder mit stumpfem Rhomboeder, andere zeigen Rhomboederformen. Häufig sind diese Hohlformen verschwommen und ohne scharfe Kanten.

11. An sehr wenigen Geröllen wurde Nebengestein gefunden, das sich aber in allen Fällen als verkieselt erwies und nicht näher bestimmt werden konnte.

Es ist zu erwähnen, daß die Achate sehr häufig stark abgerollt sind und nur aus Fragmenten ursprünglich größerer Achatdrusen bestehen; es ist dann die Achatstruktur auf allen Seiten des Gerölls zu sehen; auch sind geschlossene Achatmandeln seltener wie nach allen Richtungen von Bänderung durchsetzte Stücke.

Praktisch kommen alle diese Hornsteine, Chalcedone und Achate im Gebiet der Diamantfelder auch im anstehenden Gestein vor und haben eine weite Verbreitung. Sie sind entstanden durch hydatogene metasomatische Vorgänge und durch Neuzufuhr von Kieselsäure in Hohlräume ausgelaugter Gesteine und finden sich in silifizierten Dolomiten, Kalken, Eruptivgesteinen und auf Spaltenausfüllungen in den verschiedensten Gesteinen von kristallinen Schiefern bis zu tertiären, vielleicht auch posttertiären Sandsteinen und Mergeln.

B. Die Ursprungsgesteine der Gerölle.

IV. Die silifizierten Gesteine.

a) Stratigraphischer Überblick über die in bezug auf Verkieselungen wichtigen Gesteine.

Die hierfür auf den südlichen Feldern auftretenden Gesteine lassen sich folgendermaßen anordnen:

	Sedimente	Eruptivgesteine
Alluvium	Sand, Schutt der Talungen, junge Kalkkrusten	
Diluvium	Alte Kalkkrusten	
Postmiocän	Junge Revierablagerungen; Sandsteine	
Miocän	Tone und tonige Sandsteine mit Achat führenden Gerölleinlagerungen	
Prämiocän	Ablagerungen alter Reviere, Pomonaschichten, Verwitterungskruste der alten Landoberfläche	Melilithbasalte, Tuffe
		Syenite, Foyaite, Phonolithe
Cambrium (Jüngerer Schieferhorizont Range's)	Hauptdolomit Quarzite und Schiefer Unterer Dolomit	Ältere basische Injektionen
Archaicum	Phyllite und Gneise	Granite

Zwischen dem cambrischen Hauptdolomit und den prämiocänen Ablagerungen liegt eine Zeit, aus der keine Ablagerungen an der Küste bekannt sind. Bei Beginn der neuen Sedimentation der rein terrestren Pomonaschichten und der Ablagerungen alter Reviere war die Oberfläche des damaligen Landes mit einer teilweise recht mächtigen Verwitterungskruste überzogen. Diese bestand bei tonigen Gesteinen aus einer tiefgründigen Zersetzung, bei Dolomiten und Kalken wurden die obersten Bänke verkieselt. Auch die Gesteine der sich auf die alte Landoberfläche auflagernden Pomonaschichten und Revierablagerungen wurden noch in großem Maßstabe verkieselt; verschieden gefärbte Quarzite und Eisen-

kiesel sind das Resultat; besonders schöne Chalcedone und Hyalithe liefern die Verkieselungen prämiocäner Süßwasserkalke.

Das in das Land eindringende Miocänmeer zerstörte bis zur Höhe seines höchsten Standes die alte Landoberfläche, die Pomonaschichten und die alten Revierablagerungen. In ihren Ablagerungen finden sich die Verkieselungen dieser Schichten aufbereitet wieder als Hornstein-, Chalcedon- und Achatgerölle.

Auch in postmiocäner Zeit dauerten die Verkieselungen an. In jungtertiären Sandsteinen sind Hornsteine und Hyalithe bei Buntfeldschuh gefunden. Ferner enthält die diluviale Oberflächenkalkdecke der Innennamib noch reichlich Verkieselungen.

b) Die Hauptträger der Verkieselungen.

Die Hauptträger der Verkieselungen sind die Sedimente und unter diesen Kalke und Dolomite. Unter den zum jüngeren Schieferhorizont Range's gehörigen Gesteinen treten Kalke und Dolomite besonders im Unteren Dolomit und im Hauptdolomit auf. Beide sind da, wo sie die alte Landoberfläche gebildet haben, in mannigfacher Weise und tiefgründig verkieselt. Auch auf den sandigen Schiefern und Quarziten liegt an einigen Stellen ein Verkieselungspanzer; aus Aufschlüssen an anderen Stellen ist zu entnehmen, daß dieser aus einer alten Kalkkruste hervorgegangen ist.

Bei den prämiocänen Revierablagerungen und Pomonaschichten waren es einmal Kalksandstein und Kalkkonkretionen in Sandsteinen, die zu den besonders graugrünen Quarziten umgewandelt wurden, die viele Tafelberge des Pomonagebietes bedecken. Dann wurden wie erwähnt die hierher gehörigen Süßwasserkalke verkieselt. So bilden z. B. mehrere Meter mächtige Lager von Chalcedon und Hornstein die Decke des Chalcedontafelberges östlich Lüderitzfelder; im Hornstein findet man nicht selten und gut erkennbar die Schnecken der ursprünglichen Kalke.

Sehr wichtig für unsere Untersuchungen ist es, daß nicht nur die Kalke und Dolomite als solche verkieselt sind, sondern daß sich auch überall auf Klüften und Hohlräumen dieser

Gesteine die Kieselsäure abgesetzt hat. Diese letztere Art des Absatzes von Kieselsäure tritt in postmiocäner Zeit gegenüber der Verkieselung durch die ganze Masse hindurch in den Vordergrund. Ich komme weiter unten darauf zurück.

c) Verkieselte Eruptiva.

An einzelnen Stellen sind auch die Eruptiva verkieselt. Besonders schön ist die Verkieselung in allen Übergängen am Schluebergsyenitmassiv im Pomonagebiet zu beobachten. Die dortigen Syenitgänge sind an einzelnen Stellen zu weißem, grauem und braunem Hornstein umgewandelt. Man sieht häufig noch die fast nicht angegriffenen Feldspäte im Hornstein schwimmend (Taf. VIII Fig. 4); bisweilen ist der Feldspat kaolinisiert. In anderen Hornsteingängen kann man das ursprüngliche Eruptivgestein nicht mehr erkennen. Ebenso finden sich Verkieselungen der zum Foyaitstock des Granitberges südlich Lüderitzfelder gehörenden Ganggesteine, z. B. von bostonitischen, verkieselten Gängen; einzelne Feldspäte sind darin noch zu erkennen und das Gestein führt etwas Schwefelkies. Vom Osthang des Granitberges stammt ein verkieselter Foyaitpegmatit, in dem die Feldspatumrisse noch deutlich zu erkennen sind; auch das unverkieselte Gestein ist vorhanden.

Der Foyait des Granitberges selbst wurde am SO-Fuße ebenfalls verkieselt gefunden; in ihm sind die Feldspäte kaolinisiert; an demselben Fundpunkte sind ferner gelbe Chalcedone häufig, die von vielen, ca. 1 cm langen leistenförmigen Hohlräumen unregelmäßig durchsetzt sind. Es ist wahrscheinlich, daß diese Hohlräume den Feldspäten eines ursprünglichen Foyaits entsprechen.

In der Buntfeldschuhgegend sind bisweilen basische Eruptivgesteine von Spalten aus in geringem Umfang mit Chalcedonsubstanz durchtränkt.

Im Klinghardtgebirge 30 km nordöstlich Buntfeldschuh kommen verkieselte Phonolithe vor. Die hier Arkosequarzite durchschwärmenden, verwitterten Phonolithgänge zeigen bei größerer Gangmächtigkeit verkieselte Salbänder, während schmale Trümer bisweilen ganz verkieselt sind. Die zahlreichen bis mehrere Centimeter großen Sanidine sind in dem

Hornstein noch frisch erhalten, weniger häufig sieht man darin verwitterten Nephelin. Die Grenze des Phonoliths zum Nebengestein zeigt häufig Harnischflächen.

d) Verkieselungen auf Spalten und von Konkretionen.

In Verbindung mit den silifizierten Sedimenten und Eruptiven, aber auch ohne sie kommen Spaltenausfüllungen vor, die häufig Hornsteine etc. enthalten können, bisweilen zum größten Teil daraus bestehen. Außerdem führen diese Spaltenausfüllungen in wechselnden Mengen bis zum völligen Fehlen: Braun- und Roteisen (häufig ist Pyrit, Glaskopf und Eisenglanz), Spateisen, Manganerze, Kalkspat, Dolomitspat, Quarz und etwas Kupfererz.

Im Gneis des Pomonagebietes und des nördlich angrenzenden Gebietes sind Spalten mit meist schwach rosafarbenem Calcit und vereinzelt Spateisentrümer vorhanden. Im Pomonagebiet fand Prof. Kaiser mehrere Punkte, wo besonders schöne Chalcedone und Achate den Gneis durchtrümern, zusammen mit Calcit und Dolomitspat. Eine Reihe weiterer guter Fundpunkte sind weiter nördlich bekannt geworden. Am weitesten verbreitet sind solche Spaltenausfüllungen in Verknüpfung mit dem unteren Dolomithorizont (s. stratigraphischer Überblick). Dieser Dolomit ist in zahlreichen Rissen und Spalten mit dem Liegenden verzahnt. Kreuz und quer sind bisweilen die liegenden Phyllite durchsetzt von zum Teil über 100 m langen und bis mehrere Meter breiten Spalten, und auf fast allen Spalten kann man neben Dolomitspat, Pyrit, Brauneisen und Eisenglanz zum Teil weitgehende Verkieselungen der verschiedensten Art beobachten.

Im Quarzit sind Spaltenausfüllungen mit Erz und Verkieselungen selten und wenig umfangreich. Einen guten Fundpunkt von Achat entdeckte Prof. Kaiser im Quarzit an dem Kontakt des Foyaitmassives des Granitberges. Zu erwähnen sind noch Hornsteinsalbänder von Flußspatgängen die im Schluebergsyenitmassiv des Pomonagebietes aufsetzen.

Herr Dr. Reuning machte mich aufmerksam auf die schönen Hornsteine, Chalcedone und Hyalite, die als Kluftausfüllung und in Konkretionen in dem obersten Drittel der tertiären

Sandsteine des Steilabfalls bei Buntfeldschuh reichlich vorkommen. Derartige Hornstein- und Chalcedonbildungen sind an mehreren Stellen und in der ganzen Schichtenfolge der jungen Schichten bei Buntfeldschuh vorhanden.

V. Vorkommen und Eigenschaften der silifizierten Gesteine.

a) Mineralverknüpfung.

Bei sämtlichen Arten der Verkieselungen sind gleiche oder ähnliche Mineralverknüpfungen vorhanden. Von Eisenerzen kehren Pyrit, Roteisen (derb, als Eisenglanz und als Glaskopf), Eisenspat, Brauneisen (derb und als Glaskopf), Psilomelan und Pyrolusit immer wieder. Meist vorhanden sind ferner Kalkspat, Dolomitspat, kristalliner Quarz. Es können einzelne der Mineralien fehlen, einzelne können allein auftreten. Oft sind die Erscheinungen teilweiser Metasomatose besonders von Kalk und Dolomit durch Eisen- und Quarzmineralien zu beobachten. Häufig ist ferner die Verknüpfung der Verkieselungen mit Kalksinter, der bisweilen allein auf Klüften Gesteine durchtrümert, bisweilen als Überzug über Chalcedon oder Quarz oder auch stalaktitisch im Innern von Drusen auftritt. Überall, wo sich eine Altersfolge der Mineralabsätze feststellen läßt, erscheint Kalksinter als das jüngste Glied.

b) Quarzvarietäten.

Im einzelnen sind in den Verkieselungen folgende kryptokristalline Quarzvarietäten vertreten:

1. Hornstein und Jaspis.

Rot: Die Quarzite der Pomonaschichten führen viel Eisenkiesel mit Milchquarzen, wie sie den oben erwähnten nicht seltenen Geröllen entsprechen, die leicht an den Einschlüssen der Milchquarze zu erkennen sind. An vielen Stellen bei Buntfeldschuh kommen zum Teil dunkel, zum Teil lichtrot gefärbte Eisenkiesel vor. Schöne Stücke stammen aus einem Brauneisengang am Ostfuß der Schwarzkuppen östlich des Pomonagebietes. Roten Jaspis und Eisenkiesel findet man in Menge anstehend bei Eisenkieselklippenbake, 15 km nördlich Buntfeldschuh, hier zum Teil gebändert; er gehört verkieselten.

prämiocänen Süßwasserkalken an. Jaspisartiger Eisenkiesel stammt auch von Buntfeldschuh. — Chalcedone von dunkelroter und rosa bis milchweißer Färbung sind häufig in Verkieselungsspalten auf Klinghardtfelder westlich Buntfeldschuh; sie führen dort auf Hohlräumen lockeren, sandigen Grus. Ebendort und an anderen Stellen tritt feuerroter Carneol auf. Roter Quarz auf Spalten, das Ursprungsgestein roter Quarzkiese auf Lüderitzfelder, ist oft anzutreffen in den Quarziten von Lüderitzfelder und südlich.

Grün: Dunkelgrüne Hornsteine kenne ich von 7 Schwestern-Feld nordöstlich vom Pomonagebiet, wo schmale Trümer eines Eruptivganges bisweilen ganz in grünen, zum Teil gebänderten Hornstein umgewandelt sind, sonst ist meist nur das Salband des Ganges verkieselt; auch in den verkieselten Dolomiten in der Nachbarschaft des Ganges sind grüne Hornsteine zum Teil mit Chalcedondrusen und Achat vorhanden (s. u.). — Übergänge von Quarz zu grünem Hornstein, wie sie ähnlich als Gerölle vorkommen, liefern Quarzlinsen im Phyllit bei Buntfeldschuh. Kantendurchscheinende grüne Hornsteine sind von vielen Punkten bekannt, ferner stammen aus den jungen grünen Sandsteinen der Buntfeldschuhkante grüne Hornsteine, die durchscheinend werden und in Chrysopras übergehen; sie sind mit braunem Hornstein und Jaspis verknüpft. Ähnliche Stücke sind von mehreren anderen Fundpunkten bekannt.

Schwarze, zum Teil grün kantendurchscheinende Hornsteine, mit gelbem Chalcedon verknüpft, kommen im verkieselten Dolomit bei Station Granitberg vor und sind zum Teil von jaspisartigem Aussehen; meist haben die losen Stücke eine dicke, weiße Verwitterungsrinde, was auf hohen Opalgehalt weist. In Verknüpfung hiermit kommen auch hellgraugrüne, undurchsichtige jaspisartige, bisweilen gebänderte Hornsteine vor. Jaspisartige schwarze Hornsteine kommen mit dem grünen, Chrysopras ähnlichen bei Buntfeldschuh vor.

Braune und gelbe Hornsteine in den verschiedensten Nuancen sind die häufigsten Verkieselungen und setzen manche ausgedehnte Verkieselungszone fast allein zusammen. Oft beobachtet man alle Übergänge von Dolomit zu solchem Hornstein bisweilen unter Erhaltung der feinen Faltung des Dolomits (Bullyberg, Pomonagebiet; s. a. Taf. VII Fig. 2). — Die

gelben und braunen Hornsteine sind zum Teil jaspisartig, zum Teil verrät splittriger Bruch einen Gehalt an gröberem kristallinen Quarz: Hornsteinquarzgänge sind häufig bei Station Granitberg u. a. a. O.

2. Chalcedone.

Dunkel- und hellgelbe Chalcedone treten wie die braunen Hornsteine, auch mit ihnen, in großer Verbreitung auf und sind fast überall in Verkieselungen zu finden. Schöne hellschwefelgelbe Chalcedone mit farblosen verknüpft und dunkelhoniggelbe kenne ich von verschiedenen Fundpunkten. Eine weiße Verwitterungsrinde sitzt häufig an gelbem Chalcedon. — Auch graue und farblose Chalcedone gehören zu den häufigsten Verkieselungen und treten in großen Massen auf, z. B. in einer 1 m mächtigen, über 100 m langen Spaltenausfüllung westlich Buntfeldschuh u. a. a. O. — Diese farblosen Chalcedone entsprechen dem „Wasserstein" der Prospektoren. — Viele der farblosen Chalcedone haben schalenförmigen Aufbau, der bei der Verwitterung meist gut als Bänderung hervortritt. — Als besondere Färbung möchte ich noch violette Chalcedone von Klinghardtfelder 11 westlich Buntfeldschuh erwähnen und hellgraugrüne Hornsteine mit schwarzen Punkten und dendritischen Einschlüssen von Prinzenfeld, nördlich des Pomonagebietes, und vom SO-Hange des Granitberges.

3. Bandjaspis.

Schon erwähnt ist der gebänderte, jaspisartige Eisenkiesel von der Eisenkieselklippenbake (ca. 15 km nördlich Buntfeldschuh). Von ebendort stammt rot und dunkelbraun gebänderter Jaspis. Hellbraunen und roten Eisenkiesel in Wechsellagerung findet man in verkieselten Phylliten zusammen mit braunschwarz gebänderten 10 km nordwestlich Buntfeldschuh. Dunkel-, hellgrüne Bänderung zeigen Hornsteine von Buntfeldschuh u. a. O.; hellgrün-graue Bänderung haben Hornsteine bei Station Granitberg. Sehr schönen Bandjaspis, dessen Bänderung in weißen Streifen erst bei der Verwitterung aus der gelbbraunen Masse hervortritt, liefern verkieselte Dolomite vom Bullyberg im östlichen Pomonagebiet. Der Aufbau aus Lagen von verschiedener Widerstandsfähigkeit zeigt sich an diesen Stücken auch durch verschieden starke Windausblasung der einzelnen Schichten (s. Taf. VII Fig. 1 Taf. VIII Fig. 4).

4. Achate.

Ich unterscheide Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau und Achate als Chalcedone mit verschieden gefärbten Lagen in Drusenform. Die Lagen der ersteren verwittern verschieden stark, so daß bei ihrer Verwitterung eine Achatbänderung hervortritt. Sie wiegen unter den „Achatgeröllen" weit vor, ebenso unter den anstehenden „Achaten". Bei ihren Geröllen ist die sichtbare Bänderung die Regel, im Anstehenden die Ausnahme; aber häufig genug sind im Anstehenden Stücke der Verwitterung hinreichend ausgesetzt, um die Bänderung deutlich hervortreten zu lassen, hingegen sieht man andererseits in der Regel auf frischen Bruchflächen der Gerölle nur wenig oder keine Bänderung.

Farblos-bläulicher Chalcedon, der mit feiner weißer Achatbänderung verwittert, ist häufig in den an der Grenze zu tonigen Phylliten verkieselten und ferretisierten Dolomiten und Kalken bei Buntfeldschuh, und ich konnte an etwa einem Dutzend Stellen gute Stücke sammeln (Taf. IX Fig. 8). Einzelne Bänke bestehen in der Hauptsache aus Brauneisen, das ganz durchsetzt ist mit Drusen, die bis $\frac{1}{2}$ m Durchmesser besitzen können; in den Drusen findet man Glaskopf von Brauneisen und Roteisen, Quarzkristalle, Chalcedon von dünner Lage bis zur Ausfüllung der Druse und Kalksinter. An einer Stelle hat Glaskopf eine Faserlänge bis zu 10 cm. An vielen Stellen ist Psilomelan und auch Pyrolusit vorhanden. — Die Oberfläche des Chalcedons im Druseninnern ist nierig, auch häufig stalaktitisch und oft mit Quarzkristallen überkleidet. Drusen von 20 cm Durchmesser sind häufig; die größeren Drusen sind — den einzelnen Platten des Ursprungsgesteins entsprechend — mehr lang als hoch. Von den Drusen aus greift der Chalcedon in feinen Klüften ins Nebengestein und bisweilen ist das ganze Gestein auf Klüften durchsetzt mit solchem Chalcedon von lagenförmigem Aufbau. Die leicht auswitternden Knollen zeigen wegen der Verästelungen des Chalcedons bizarre Formen (s. Taf. IX Fig. 7, s. a. Taf. VII Fig. 1). — Farblos-bläuliche Chalcedone und solche mit schalenförmigem Aufbau haben weite Verbreitung in dem mir näher bekannten Küstengebiet und kommen in allen Übergängen vor zu den farblosen und den opalisierenden. Man

findet sie in verkieselten Dolomiten, auf Spaltenausfüllungen im Gneis etc.

Farbloser und opalisierender Chalcedon mit schalenförmigem Aufbau hat dieselbe große Verbreitung wie der farblos-bläuliche. Die Verwitterung der farblosen Chalcedone ist entweder weiß oder es entsteht eine opalisierende Rinde. Eine über 10 cm lange Chalcedontraube und Überzüge von mehr als 1 cm Dicke wurden auf Klinghardtfelder westlich Buntfeldschuh gefunden (Taf. IX Fig. 7). Farblose Chalcedonachate stammen ferner von Spalten im Gneis im Pomonagebiet u. a. O. zum Teil auch opalisierend, in Knollen von über Faustgröße; ferner bläulich opalisierend, als Konkretionen und Knollen aus den tertiären Sandsteinen über Station Buntfeldschuh. — Dünne farblose und opalisierende Chalcedonlagen, Hornsteine und Chalcedone verschiedenster Färbung durchtrümernd, sind gemein auf allen Verkieselungen. Bisweilen werden sie dem Hyalit ähnlich. Schöner silberweißer, traubig-nieriger Chalcedon in großen Drusen mit braunem Hornstein auf Spalten im Gneis stammen von der Prinzenbucht (s. Taf. IX Fig. 7) zwischen dem Pomonagebiet und Lüderitzbucht. — Auf den Klinghardtfeldern westlich Buntfeldschuh haben Stücke von Faustgröße durch die ganze opalisierende Masse hindurch feinste Achatbänderung, die überall an den verwitterten Stellen zu sehen ist.

Auch eigentlicher Achat mit opalisierender Färbung und feinsten Chalcedonlagen verschiedener Durchsichtigkeit findet sich. Eine Chalcedonquarzdruse von einem Fundpunkte nordöstlich des Pomonagebietes hat über 10 cm Länge und 4 cm Dicke; an diesem Fundpunkt sind Quarzausfüllungen mit dünnerer Chalcedonumkleidung ebenso häufig wie ganz mit Chalcedonachat ausgefüllte Hohlräume.

Grauer Chalcedonhornstein mit Drusenform, dessen Bänderung nur bei starker Verwitterung hervortritt und breite Chalcedonbänder in Drusenform kommen in einer 20 cm mächtigen Spalte im Gneis bei Prinzenbucht vor. Die Spaltenausfüllung besteht zum Teil ganz aus solchem Chalcedon in derben, traubigen, stalaktitischen und feinst verästelten Massen mit haarfeinen Nädelchen und bizarren Formen (Taf. IX Fig. 7) oder es findet sich außerdem Calcit,

Dolomitspat, dunkel- und hellgefärbter Quarz und an der Grenze zu dem chloritischen Gneis Asbest, der auch selbst verkieselt sein kann. Auch feinere Bänderung sieht man an manchen Stücken. Die einzelnen Chalcedonstalaktiten sind bisweilen scharf rechteckig umgebogen parallel zum Salband. Nördlich Prinzenbucht sind außer dieser näher beschriebenen Spaltenausfüllung noch mehrere andere vorhanden, in denen der Chalcedon mehr zurück tritt gegen Dolomitspat, Quarz und Calcit; auch brauner Hornstein als Spaltenfüllung im Gneis ist dort vorhanden. Weitere Fundpunkte sind bei Buntfeldschuh und im Pomonagebiet bekannt.

Gelber Chalcedon von schalenförmigem Aufbau, der mit feiner weißer Bänderung verwittert, stammt in vielen guten Stücken von den von Prof. Kaiser aufgefundenen zahlreichen Chalcedonspalten im Gneis des Pomonagebietes (s. Taf. VII Fig. 3, Taf. VIII Fig. 6 d). Chalcedon und Quarz füllen in wechselnder Menge die Drusen. Die Dicke der einzelnen Bänder ist zum Teil 1 mm, zum Teil kaum sichtbar fein; die Dicke der Chalcedonschicht erreicht mehrere Zentimeter. Andere Stücke zeigen eine gelbe Chalcedonlage ohne sichtbare Bänderung um eine große Quarzdruse oder eine gelbe Chalcedonlage um einen Kern von farblosem bis opalisierendem Chalcedonachat.

Achat mit gelben und weißen Lagen stammt vom gleichen Fundpunkt. Dieselben gelben Chalcedonachate und Achate wie vom obigen Fundpunkt kenne ich von Klinghardtfeldern westlich Buntfeldschuh. Hier kommt außerdem vor: Achat mit hell- und dunkelgelben Chalcedonlagen, ferner farbloser Chalcedon mit schalenförmigem Aufbau um einen gelben Chalcedonkern. — Es fand sich auch inmitten von umlaufendem, farblosem oder opalisierendem Chalcedon jüngerer, ebenflächiger Onyx mit gelben und weißen Lagen, sowie die Onyxarten, die bei den Achatgeröllen besprochen sind (s. Taf. VIII Fig. 6). — Zu erwähnen sind noch von mehreren Fundpunkten gelbe Chalcedonachate, die auf lagenartigen Klüften feine schwarze Überzüge (mit Schmutzstreifen zu vergleichen) haben. Solche Chalcedone sind auch unter den Geröllen vorhanden.

Feinst gebänderter Achat mit farblosen, bräunlichweißen und gelblich-grauen Lagen kommt in großen Drusen und Klüften, das Gestein einer Spaltenausfüllung durchtrümernd,

von Klinghardtfelder westlich Buntfeldschuh. Das Gestein besteht in der Hauptsache aus Dolomitspat mit reichlichem Pyrit in Pentakondodekaedern und verschiedenfarbigen Chalcedonachaten und Hornsteinen; die Spalte setzt in Phylliten auf und gehört zum Unteren Dolomit. Quarz füllt zum Teil den Kern der Drusen, zum Teil bestehen diese ganz aus Achat. Unter den Geröllen sind diese Achate recht häufig und es ist zu erwarten, daß bei speziellerem Suchen noch mehr Fundorte solcher Achate im anstehenden Gestein entdeckt werden.

Weißer Achat. Den weißen, selteneren Achatgeröllen entsprechen undurchsichtige, bisweilen traubige, emaillefarbige, gebänderte Stücke in verkieseltem Hauptdolomit von Möllerfeld nordöstlich vom Pomonagebiet, die offenbar aus der Verwitterung von bläulich farblosem Chalcedon hervorgegangen sind, mit denen sie zusammen vorkommen.

Carneol, der vielleicht dem roten Achat entspricht, stammt in geringer Menge von Klinghardtfelder. Die roten Carneolachatgerölle sind selten, ebenso wie der Trümmerachat, von dem ich nur ein Geröll kenne und der mir anstehend nicht bekannt ist.

c) Besondere Eigenschaften der Quarzvarietäten.

Was die Größe der verkieselten Massen anlangt, so bestehen ganze Berge aus Hornstein; Chalcedon bildet bis 1 m mächtige Gänge (farbloser Chalcedon bei Buntfeldschuh) und Chalcedonachat resp. Achatdrusen kenne ich bis 10 cm Länge und 4 cm Dicke (opalisierender Achat vom südlichen Feld Germania nordöstlich vom Pomonagebiet; Knollen im jungen Sandstein über Station Buntfeldschuh); Stücke von über Hühnereigröße sind häufig. Große Drusen sind oft, wenn sie verkieselten, plattigen Gesteinen entstammen, mehr flach als hoch. Andererseits trifft man vielerorts Achatdrusen mit nur wenige Millimeter Durchmesser, so westlich Buntfeldschuh in dolomitischen, verkieselten Schiefern, und diese bilden offenbar das Ursprungsgestein der dort im Kies vorkommenden vielen, kleinen Achatgerölle.

Windausblasungen treten besonders schön am Bandjaspis vom Bullyberg (Pomonagebiet) auf (Taf. VII Fig. 1, Taf. VIII Fig. 4) und durch Insolation zersprungene Stücke beobachtete ich an vielen Stellen.

Die für die Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau so bezeichnende Verwitterung ist bei ihrer Definition beschrieben; die gelben, braunen und roten Eisenkiesel, Hornsteine und Jaspis verwittern kaum, während die nach Chalcedon übergehenden kantendurchscheinenden, grauen, schwarzen, gelben Varietäten mit weißer Rinde verwittern.

Ausfüllung der Drusen mit Chalcedon. In Drusen der Verkieselungen kann Chalcedon fehlen, kann als dünne Lage die Drusenwand überziehen und kann die Druse ganz ausfüllen; in gleicher Weise verhält sich der Quarz: Quarz kann auch mit Chalcedon wechsellagern (Buntfeldschuh).

Nierig-traubige Ausbildung des Chalcedons im Drusenhohlraum ist in Verkieselungen wesentlich häufiger als an Geröllen; die Erklärung dafür ist wohl die, daß ein Stück mit Hohlraum fast stets der Zertrümmerung anheimgefallen ist. Dafür zeigen die Achatgerölle die völlige Drusenform wesentlich seltener und bestehen nur noch aus einem Bruchstück der ursprünglichen Druse, an dem die Bänderung auf der ganzen Oberfläche des Gerölls zu sehen ist.

Recht häufig ist stalaktitische Ausbildung des Chalcedons mit und ohne Bänderung (s. Taf. VIII Fig. 5); man findet sie auch bei Brauneisen und Kalksinter, bisweilen sind Chalcedon- oder Brauneisenstalaktiten mit einer Schicht kleiner Quarzkriställchen überzogen, wobei der Kern so zurücktreten kann, daß es scheint, als bestände der ganze Stalaktit aus kleinen Quarzkristallen. Die Stalaktiten und röhrenförmigen Chalcedone kommen vor:

1. Einzelstehend, voneinander durch Zwischenräume getrennt, der Zwischenraum bisweilen durch jüngere Bildungen (Chalcedon, Quarz) ausgefüllt.
2. Eng aneinander, eine kompakte Masse bildend mit parallelen Röhren.
3. Halbe, halbkreisförmige Röhren unterbrechen die horizontale Achatbänderung. — 2 und 3 fallen unter den Begriff Röhrenachat.
4. Dünne Chalcedonnadeln durchsetzen unverkieselten Kalksinter vom Chalcedontafelberg östlich Lüderitzfelder.
5. Chalcedonröhren in Bündeln von verschiedener Richtung erfüllen Klüfte im Hornstein.

Der von Chalcedon umschlossene Onyx vom südlichen Feld Germania ist oben beschrieben.

Ebenflächige Achatlagen und ebenflächig-umlaufende Bänderung ist bei der Art des Vorkommens in plattigen, verkieselten Dolomiten und auf Spalten zu erwarten und reichlich vorhanden.

Die Chalcedonlagen sitzen häufig auf Calcit oder Dolomitspat auf und es bleiben beim Auswittern die meist scharfkantigen, bisweilen auch verwischten Kristallnegativformen der Spatrhomboeder zurück und bilden so eine auffallende Erscheinung. Gekrümmte Rhomboederhohlformen an einem Chalcedonachat eines Fundpunktes deuten auf Eisenspat (Taf. IX Fig. 9).

Bei anderen Vorkommen sitzt der Chalcedonachat auf Glaskopf auf, so besonders bei Buntfeldschuh; es wurden ferner Hornsteinknollen mit Chalcedon- und Quarzdrusen und Chalcedonknollen im Phyllit gefunden.

Nicht selten durchtränkt Chalcedonsubstanz das noch erkennbare verkieselte Gestein, welches dann ein schlieriges Aussehen gewinnt, z. B. Phyllit von Klinghardtfelder; im Innern einer Chalcedonachatdruse von Prinzenbucht nördlich vom Pomonagebiet ist Calcit vorhanden, in einer anderen Druse von ebendort war gallertartige Flüssigkeit, in einer Druse von Klinghardtfelder ist ein durch Totalreflexion erkennbarer Gaseinschluß beobachtet worden.

C. Ergebnisse und Folgerungen.

VI. Vergleich zwischen Achatgeröllen und silifizierten Gesteinen.

Ehe ich zur Frage der Entstehung der Verkieselungen und der Bildung der Achatgerölle übergehe, möchte ich die Beweisgründe dafür zusammenstellen, daß die Achatgerölle den Verkieselungen des Küstenlandes entstammen und keine Fremdlinge sind, bezw. daß wir sie aus dem Nebengestein ableiten können, und daß sie nicht aus einem Mandeldiabas stammen.

1. Beweise aus allgemeinen Gründen.

A. Die Quarzmineralien der Achatgerölle und der Verkieselungen der Namib zeigen eine bis ins einzelne gehende

Übereinstimmung der vorhandenen Varietäten und ihrer besonderen Eigenschaften.

B. Verkieselte Gesteine sind in der Küstennamib weit verbreitet, sie sind die Regel in bestimmten weit durchgehenden Horizonten. Besonders bilden sie die Verwitterungsdecke der prämiocänen Landoberfläche und ganze Horizonte der Pomonaschichten (Quarzite, verkieselte Süßwasserkalke). Viele Gründe weisen auf eine beträchtliche Abtragung des Landes in der Küstennamib (Tafelberge der Pomonatafelbergformation u. a.). Die Abtragung muß verkieselte Gesteine in Masse ergriffen und aufbereitet haben und die Aufbereitungsprodukte müssen in Hornstein-, Jaspis- etc. Geröllen vorhanden sein. Der weiten Verbreitung der Verkieselungen entspricht die große Menge der Achatgerölle.

2. Beweise aus speziellen, übereinstimmenden Eigenschaften.

C. Die größte Menge der Gerölle besteht aus Hornstein und Chalcedon; besonders häufig sind unter den gebänderten Chalcedonen in Verkieselungen sowohl wie als Geröll die Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau, die mit Bänderung verwittern.

D. Eisenkiesel lassen zum Teil ihren Ursprung aus Pomonatafelbergquarziten durch die eingeschlossenen großen Milchquarze deutlich erkennen.

E. Ebenflächiger Chalcedon (Onyx) von einer umlaufenden Chalcedonhülle umgeben, ferner die häufige stalaktitische Ausbildung weisen auf den Zusammenhang der Gerölle und Verkieselungen.

3. Beweisgründe gegen Herkunft aus Mandeldiabas.

F. Die Achatmandeln der Mandeldiabase haben an der Grenze zum Nebengestein die sogenannte Grünerde. Besonders charakteristisch ist für die Chalcedone unserer Vorkommen ihr Aufsitzen auf Spalten, die ihre Kristallhohlformen an den auswitternden Chalcedonen zurücklassen. Solche Hohlformen wurden mehrfach an Geröllen gefunden.

G. Bei Achatmandeln aus Diabasen ist die umlaufend-ebenflächige Bänderung nur aus Südamerika bekannt (10, p. 172), während sie anderen Vorkommen völlig fremd ist. Diese Bän-

derung ist unter unseren Achatgeröllen häufig und weist auf den Ursprung derselben aus Spaltenausfüllungen resp. plattigen Verkieselungen; diese sind in den Verkieselungen häufig.

VII. Genesis der Verkieselungen.

Chalcedon ist in Südafrika von vielen Orten und in großen Massen bekannt. Bei der Untersuchung der von Passarge in der Kalahari gesammelten Gesteine durch Kalkowsky (17) hat sich die Verkieselung der Gesteine als ein in der Kalahari weit verbreitetes Phänomen herausgestellt. Kalkowsky kommt auf Grund von mikroskopischen Untersuchungen zu dem Resultat (17, p. 67): „Kieselsäure organischen Ursprungs (von Schilf etc. stammend) und ihr Transport bei Gegenwart von Salzen verschiedener Art und organischer, etwa humoser Susbtanzen, dazu in anderen Fällen Verschleppung dieser Reagentien durch Sicker- und Quellwasser — das sind die Faktoren, die in der nördlichen Kalahari das Phänomen der Verkieselung hervorgerufen haben. Geysirphänomene kommen durchaus nicht in Frage." Er unterscheidet zwischen Verkieselung, dem sukzessiven Ersatz der kleinsten Kalk- resp. Dolomitindividuen durch Chalcedonsubstanz, einem rein metasomatischen Vorgang, und der Einkieselung, der Neuzufuhr von Kieselsäure und ihrem Absatz auf Hohlräumen.

Phänomene der Metasomatose sind nicht selten an den verkieselten Gesteinen der Küste auch makroskopisch wahrnehmbar erhalten, so sieht man z. B. an Hornsteinen vom Bullyberg (Pomonagebiet) und von Buntfeldschuh noch die Kleinfaltung des ursprünglichen Gesteins (Taf. VII Fig. 2); in vielen aus Eruptivgesteinen entstandenen Hornsteinen sind Feldspäte, an Chalcedon von Klinghardtfelder und Prinzenbucht die Drucklamellierung des umgewandelten Calcits erhalten. Im Klinghardtgebirge wurden verkieselte Phonolithe gefunden, bei denen im ledergelben Hornstein zahlreiche Sanidine erhalten sind. Von besonderer Bedeutung für unser Gebiet ist die Einkieselung (im Sinne Kalkowsky's). Mit der Marmorisierung, Ferretisierung und Verkieselung von Gesteinen ist eine Auslaugung derselben mit Bildung von Hohlräumen Hand in Hand gegangen. Dazu kommen die bei der starken Faltung der alten Dolomite und Kalke an der Küste an und für

sich häufigen Klüfte und Spalten. Dem Absatz der in solche Hohlräume und Klüfte neu zugeführten Kieselsäure verdanken wir unsere Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau und Achate; der Absatz erfolgte ähnlich wie der der Achate in Mandeldiabasen. Diese Erscheinung ist mir erst nach längerem Suchen aufgefallen und erst als ich speziell nach Kluft- und Hohlraumausfüllungen in ferretisierten und verkieselten Gesteinen suchte, erkannte ich deren Bedeutung für den Ursprung der Achate und ihre Häufigkeit. Aus diesem Grunde glaube ich, daß auch andererorts in Südafrika solche Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau und Achate in Verkieselungen vorhanden sind, die nur bisher der Nachforschung entgingen. Mir liegen wenigstens bis faustgroße, gerundete Achate aus der südlichen Kalahari aus der Gegend von Gochas vor, die mich vermuten lassen, daß auch die Einkieselung in der Kalahari eine ähnliche Rolle spielt, wie an der Küste. Wenn Kalkowsky nur von mikroskopisch erkennbarem, lagenförmigem Aufbau von Opal und Chalcedon spricht, so darf man nicht vergessen, daß sich seine Untersuchung nur auf Handstücke erstrecken konnte.

Range sagt (9, p. 46): „Die Verkieselungsvorgänge gewinnen an Intensität mit zunehmender Trockenheit, während die Dolomitisierung an etwas größere Niederschläge gebunden zu sein scheint.“ Nun sind zunächst einmal Verkieselung und Dolomitisierung an der durch ihre Regenlosigkeit berüchtigten Küstenwüste in großer extensiver und intensiver Verbreitung vorhanden. Ferner ist die nördliche Kalahari keineswegs regenarm und der Nordosten von Südwest, wo nach Wagner (12, p. 78) an beiden Ufern des Okavango Chalcedonsandsteine in großer Ausdehnung vorhanden sind, hat fast tropischen Regenfall. Ich weiß nicht, ob Range sich bei seinen Worten auf die große Ausdehnung von Verkieselungen an der Küste stützt.

Wenn auch die Verkieselungen heute noch fortdauern, so stammen doch die großen Verkieselungen der Küste nicht aus der jetzigen Zeit. Es wird schwer sein festzustellen, unter welchen klimatischen Bedingungen sich die Verkieselungen gebildet haben. Aus den Ablagerungen selbst kann man sie nicht feststellen, denn die Verkieselung ist ja ein sekundärer Vorgang, der in eine auch klimatisch ganz andere Zeit fallen

kann, als die Bildung der Ablagerungen selbst. Die beste Möglichkeit zur Bildung von Verkieselungen wäre nach Passarge und Kalkowsky dann gegeben, wenn auf eine stark aride Zeit mit Bildungen von Salzen ein feuchtes Klima einsetzt. Dieser Umschwung ist mehrfach im Tertiär der Küste nachzuweisen; man kann zwei Zeiten erhöhter Reviertätigkeit und auch Zeiten von Stillstand in Revierablagerungen (Bildung von Sandstein mit *Helix* zwischen Schotterlagen) nachweisen. Ich möchte die Verkieselungen vielmehr der Gegenwart von Salzen verschiedener Art und Kohlensäure, also der starken Mineralisation des Wassers und damit zusammenhängenden verwickelten chemischen Prozessen zuschreiben. Es stand mir bei der Abfassung der vorliegenden Arbeit die neuere Literatur über dieses Gebiet der Geologie leider nicht zur Verfügung.

Die stärkere Mineralisation des Wassers aber kann einmal stattfinden in sehr trockenen Gegenden, wo die geringen in den Boden sickernden Wässer von vornherein mehr Salze etc. aufnehmen, dann auch in regenreicheren Gegenden, die ohne Abfluß sind, resp. an Stellen, wo Sickerwasser in so geringer Menge austritt, daß es zu Zeiten nicht abfließt, nur verdunstet. Auf diese Weise würde man aus einem Gesichtspunkt heraus die bedeutenden Verkieselungen der Küste, der Kalahari und am Okavango erklären. Ein weiterer Fall wäre die mit juvenilen Mineralwässern zusammenhängende Verkieselung (Windhuk, Rehoboth).

Daß die Verkieselungen der Küstenwüste hydatogenen Ursprungs sind, darauf deutet einmal ihre größte Verbreitung in guten Wasserhorizonten in Gegenden, wo jetzt noch Grundwasser zirkuliert (Buntfeldschuh, Klinghardtfelder, Lüderitzfelder), dann ihre häufige Verknüpfung mit Kalksinter; ferner ihre besonders intensive Ausbildung dort, wo Kalke resp. Dolomite an für Wasser schwer durchlässiges Gestein grenzen, und zwar einmal von sedimentärem Ursprung (Tonschiefer von Buntfeldschuh etc.), andererseits von Eruptivgesteinen. So ziehen sich Verkieselungen in großem Maßstab rings um das Foyaitmassiv des Granitberges. An einem mehrere Meter mächtigen Gange entlang, der durch das Bergbaufeld 7 Schwestern nordöstlich des Pomonagebietes streicht, häufen sich die Verkieselungen. Auch Kalkowsky erwähnt Verkiese-

lungen einmal von kontaktmetamorphen Kalksteinen an Aphanitgängen (17, p. 93), dann von Eruptivgesteinen selbst (17, p. 104), wie ich sie auch oben von der Küste mehrfach erwähnt habe.

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, worüber ich in der mir zugänglichen geologischen Literatur über Südwestafrika keine Angaben gefunden habe, daß ich auch an den heißen Quellen von Rehoboth und Windhuk starke Verkieselungen von Kalkabsätzen beobachtet habe. Hier hängen diese aber damit zusammen, daß die heißen Quellen bei ihrem Austritt sich stark abkühlen und ihre Lösungsfähigkeit vermindert wird. Große Blöcke Hornstein haben die Bastards in Rehoboth beim Bau ihrer Viehkraale verwandt und die Hornsteine einer heißen Windhuker Quelle gegenüber der Kirche am Weg von der Kirche zur Kaiser-Wilhelm-Straße sind ebenfalls in der Umfassungsmauer eines Viehkraals hinter dem Pommerschen Haus, Kaiser-Wilhelm-Straße, verwandt.

Einige Altersfolgen im Absatz verschiedener Mineralien, die mit Verkieselungen verknüpft beobachtet wurden, sind:

Buntfeldschuh: Dolomit, Brauneisen, Roteisen (Roter Glaskopf), gebänderter Chalcedon, Quarz, Kalksinter.

Prinzenbucht: Calcit, gebänderter Chalcedon, Quarz, Kalksinter.

Klinghardtfelder: Calcit oder Dolomitspat, grüngelber oder milchweißer opalisierender Chalcedon, traubiger farbloser Chalcedon, Quarz, Kalksinter.

An vielen Punkten: Dolomit, Hornstein, gebänderter Chalcedon.

VIII. Genesis der Achatgerölle.

Reste der Pomonaschichten auf isolierten Tafelbergen und Täler von Revieren weisen auf eine intensive Abtragung des Landes in der Küstennamib hin. Die Achatgerölle sind ursprünglich an marine Ablagerungen geknüpft. Die Miocänsee hat bei ihrem Vordringen ins Land außer Gesteinen des gefalteten Grundgebirges in der Hauptsache prämiocänes Tertiär (Pomonaschichten und Quarzitschotter) und die Verwitterungskruste der alten Landoberfläche bis ca. 150 m heutiger Meereshöhe aufbereitet. Die Aufbereitung war eine äußerst inten-

sive, bisweilen wohl auch eine mehrfache, so daß in vielen Bänken nur die allerhärtesten Gesteine in kleinen Geröllen zurückblieben, nämlich die Quarze, Quarzite, Chalcedone, Hornsteine und Achate. In anderen Bänken mischten sich diese Gerölle mehr oder weniger reichlich mit Geröllen alter Revierschotter oder mit Gesteinen des Untergrundes. Wo letztere sandig und tonig waren (bestimmte Arten von Kalkschiefer, tonige Quarzitschiefer), verwitterten später die Gerölle in eine tonigen Grundmasse (Achattonbänke bei Buntfeldschuh).

Die Chalcedon- und Hornsteingerölle stammen in der Hauptsache aus den Verkieselungen der alten Landoberfläche. Da wo diese besonders gut ausgebildet war, weil Kalkgesteine im Untergrund liegen, sind die Achate besonders reichlich; wo Schiefer den Untergrund bilden, treten Achate ganz zurück und in der Hauptsache sind die alten Tertiärablagerungen (Pomonaschichten und Quarzitschotter) in den marinen Geröllbänken vorhanden. Ähnlich wird es sich verhalten in dem mir noch wenig bekannten Gneisgebiet nördlich Pomona, wo Achate seltener sind.

Sekundär sind die Achate in junge Reviere gekommen, die Miocänschichten zerstört haben, z. B. in ein Tal bei Station Granitberg und das Tal, das am Roberthafen nördlich Lüderitzbucht mündet. Wo solche Revierläufe an die heutige Meeresküste kommen, werden die jungen Ablagerungen mit Achaten teilweise wieder zerstört und die Achate an den Strand geworfen.

IX. Das Alter der Verkieselungen.

Da die Fossilien der Achatgerölle führenden Ablagerungen bei Bogenfels als untermiocän festgestellt sind, so kann man sagen, daß die Verkieselungen selbst in vormiocäner Zeit vorhanden gewesen sind. Weiterhin sind aber auch Fossilien selbst zum Teil verkieselt und ferner sind in den grünen Sandsteinen ca. 40 m über der miocänen Achatgeröllbank bei Buntfeldschuh Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau und Hornsteinbildungen primär vorhanden. Wir müssen also annehmen, daß sich die Verkieselungen der Gesteine über einen langen Zeitraum erstreckt haben, der vor dem Miocän beginnt. Vor den ältesten mir bekannten Tertiärschichten (Pomonaschichten und Quarzitschottern) bestand schon der Verkiese-

lungspanzer der alten Landoberfläche. Auf der anderen Seite scheint die Verkieselung noch bis zum heutigen Tage anzudauern: eine Chalcedonachatdruse von einer Stelle im Gneis nördlich von Prinzenbucht enthielt zu Gallerte eintrocknende Flüssigkeit; ferner sind mehrfach bei Brunnenversuchen bei Buntfeldschuh und auf Lüderitzfelder geschlossene Brauneisendrusen mit Wasser gefüllt gefunden worden. Eine rückwärtige Grenze läßt sich nicht feststellen, da zwischen Paläozoicum und Tertiär liegende Ablagerungen nicht bekannt sind.

In bezug auf das Alter und den Zeitraum der Verkieselungen kommt Kalkowsky (17) zu ganz ähnlichen Resultaten. Er führt für den langen Zeitraum, über den sich die Verkieselungen erstrecken, einmal die Einkieselung an, die ja zeitlich jünger ist als seine Verkieselung im engeren Sinne. Dann beobachtet er Bruchstücke älterer verkieselter Gesteine in den ebenfalls verkieselten Botletle-Schichten. Er kommt zu dem Schluß (p. 84): „Danach will es scheinen, daß die Phänomene der Verkieselung und Einkieselung nicht nur in einem Zeitraume, nicht nur einmal stattgefunden haben, sondern entweder in mehreren Perioden oder längere Zeit hindurch.“ Außerdem kommt er auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchungen zu dem Resultat, daß eine allmähliche Umwandlung von Opal zu Chalcedon, von Chalcedon zu Quarz vor sich geht durch Umlagerung und Abgabe von Wasser (p. 75).

Achatgerölle kommen nicht nur an der Küste vor; ich fand sie auch in dem Kaukausib-Revier südlich der Kaukausibwasserstelle, außerhalb der Aufbereitung durch die Miocänsee, jedoch sind sie da selten.

X. Zusammenfassung und Ergebnisse.

1. Die mit den Diamanten an der Küste Südwestafrikas vorkommenden kryptokristallinen Quarzvarietäten: Jaspis, Chalcedon, Hornstein und Achat lassen sich aus Verkieselungen des Untergrundes ableiten.
2. Die Verkieselung von Gesteinen ist in der Küstennamib häufig und bildet in gewissen Horizonten die Regel. Sie ist entstanden einmal durch hydatogene Metasomatose von Kalken, Dolomiten, Eruptivgesteinen und kalk- oder dolomithaltigen Spaltenausfüllungen, ferner durch Neu-

zufuhr von Kieselsäure in Hohlräume ausgelaugter Gesteine. Dieser letztere von Kalkowsky (17) als Einkieselung bezeichnete Vorgang hat weite Verbreitung und ihm verdanken reine Chalcedone, Chalcedone mit schalenförmigem Aufbau und Achate ihre Entstehung.

3. Es ist eine bis ins einzelne gehende Übereinstimmung zwischen den durch Verkieselung und Einkieselung entstandenen kryptokristallinen Quarzvarietäten einerseits und den unter den Geröllen vorhandenen kryptokristallinen Quarzvarietäten andererseits vorhanden.
4. Die Verkieselungen und Einkieselungen erstrecken sich mindestens über einen Zeitraum vom Alttertiär bis heute.
5. Mit der Verkieselung ist häufig Dolomitisierung und Ferretisierung verbunden.
6. Spezielle Eigenschaften an den Achatgeröllen sprechen gegen ihre Herkunft aus Mandeldiabas und für ihre Herkunft aus den Verkieselungen.
7. Die Verkieselung in zum Teil regenreichen, zum Teil sehr trockenen Gebieten (Kalahari, Okavangoufer, Küste) hängt anscheinend mit der starken Mineralisation des Wassers zusammen, die einmal durch geringe Regengüsse, ferner durch Verdunstung abflußlosen Wassers, ferner durch langsames Verdunsten von Sickerwasser oder schließlich durch hohe Temperaturgrade des Wassers heißer Quellen hervorgerufen sein kann.
8. Die miocänen Achatgeröllbänke bezeichnen das letzte Produkt einer langdauernden marinen Aufbereitung prämiocäner Verkieselungen, besonders des Verkieselungspanzers einer alten Landoberfläche. Die miocänen Achatgeröllbänke sind durch jüngere (Achat führende) Reviere teilweise zerstört.
9. Mit der Auffindung des Ursprungs der Achatgerölle aus dem Nebengestein ist der Theorie von der Herkunft der Diamanten an der Küste Südwestafrikas aus weiter Ferne die letzte Stütze genommen. Es ist anzunehmen, daß sich auch die Diamanten, wie die in den Kiesen sie begleitenden Mineralien, aus der Umgebung ableiten lassen.

Tafel-Erklärungen.

Tafel VII.

Fig. 1. Links: Verkieselung des Dolomits von Klüften ausgehend. Adolfshöhe, Pomonagebiet.
Rechts: Ausblasung weicherer Chalcedonschichten vom Bullyberg, Pomonagebiet.

„ 2. Faltung des Dolomits in dem verkieselten Gestein noch sichtbar. Bullyberg, Pomonagebiet.

„ 3. Links: Chalcedondruse mit Quarz (Verwachsungsnaht); Chalcedon unverwittert, Bänderung nicht sichtbar.
Rechts: Achate, Chalcedoncalcitgänge im Gneis zwischen Pomonahügel und Barbaratal.

Tafel VIII.

Fig. 4. Links: Verkieselter Syenit. Feldspat noch sichtbar. Schlueberg, Pomonagebiet.
Rechts: Bandjaspis aus verkieseltem Dolomit; Bänderung in den nicht verwitterten dunkleren Teilen nicht sichtbar. Bullyberg, Pomonagebiet.

„ 5. Stalaktitenbildung des Chalcedons. Chalcedon auf Calcit-Dolomitspatgängen von Klinghardtfelder.

„ 6. a) und c) Achatgerölle mit umlaufend-ebenflächiger Bänderung.
b) Achat auf Spaltenausfüllung im verkieselten Dolomit mit umlaufend-ebenflächiger Bänderung. Südl. Germania 2, V. D. M. Südblock.
d) Achat aus dünner Spaltenausfüllung im Gneis zwischen Pomonahügel und Barbaratal.
c) und f) Ebenflächiger Achat mit umlaufender Chalcedonhülle. Achatgerölle aus der Achattonbank von Buntfeldschuh.

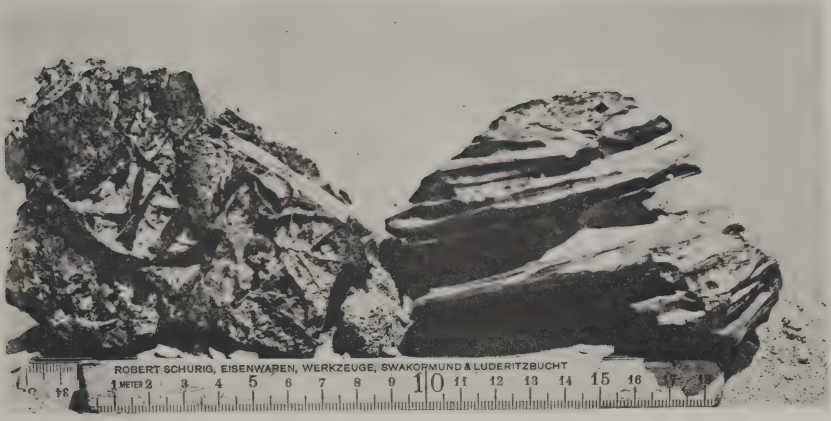
Tafel IX.

Fig. 7. Links: Große Traube von bläulich-weißem Chalcedon, Verkieselung auf Spaltenausfüllung in Chloritschiefer, Klinghardtfelder.
Rechts: Traubig-stalaktitischer Chalcedon auf Quarz; von Spaltenausfüllung im Gneis nördlich Prinzenbucht.

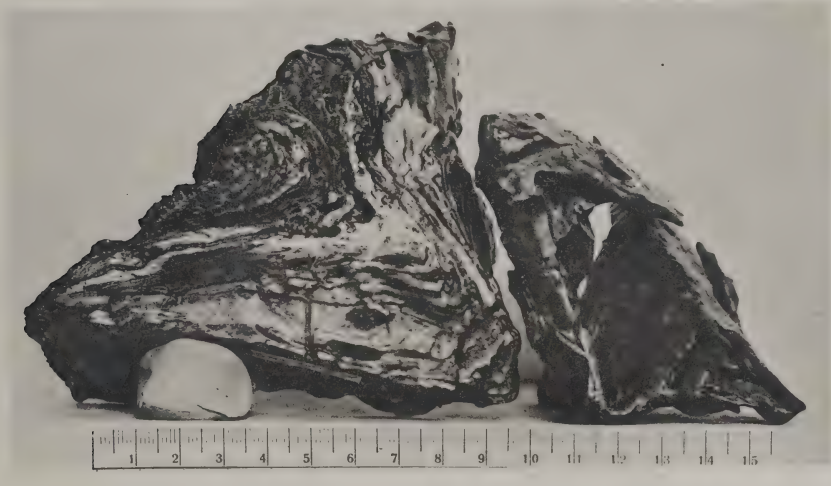
„ 8. Achate in ferretisiertem und verkieseltem Dolomit. Buntfeldschuh.

„ 9. Links: Calcitnegative auf Chalcedon; Spaltenausfüllung im Gneis zwischen Pomonahügel und Barbaratal.
Rechts: Calcitnegative auf Chalcedon; Spaltenausfüllung im Gneis. Nördlich Prinzenbucht.

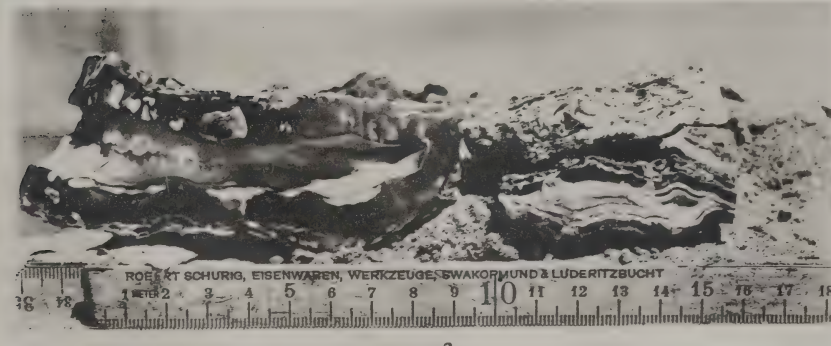
Die Originale befinden sich in der Staatssammlung für allgemeine und angewandte Geologie in München.



1



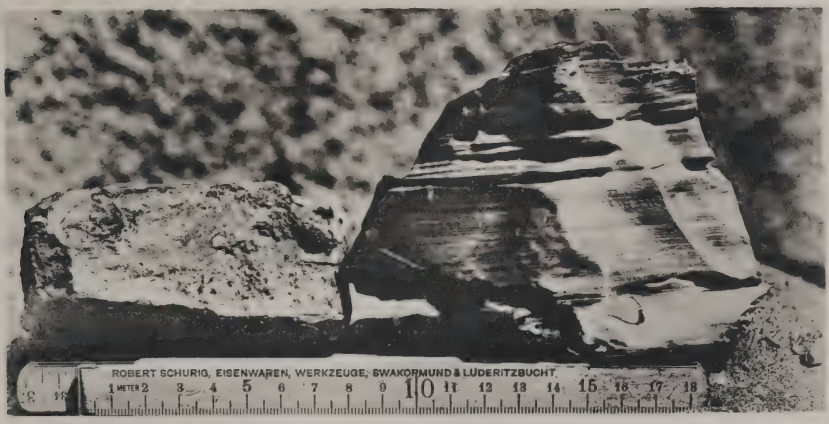
2



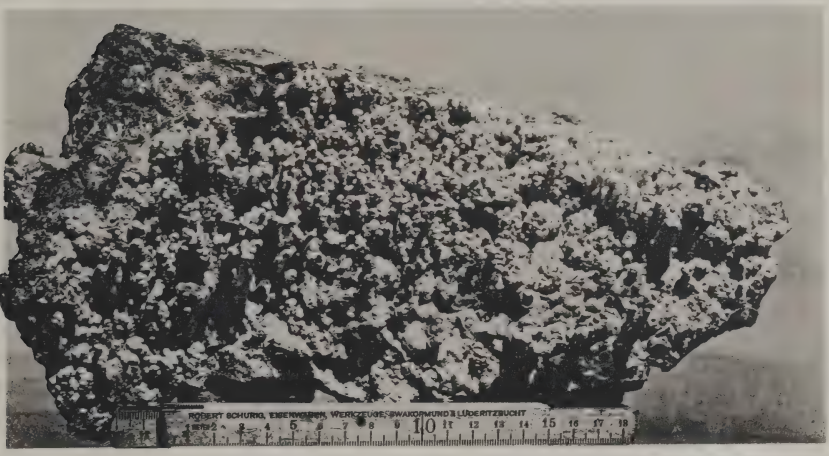
3

Carl Ebner, Stuttgart.

W. Beetz: Über den Ursprung der Achatgerölle.



4

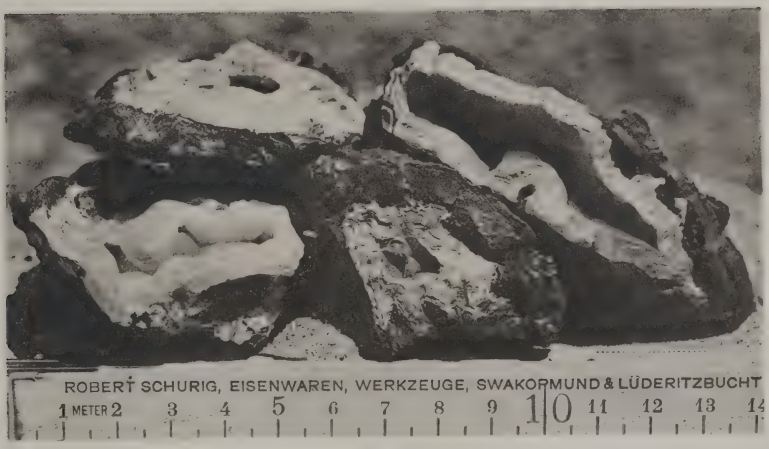


5

6

Carl Ebner, Stuttgart.

7



8

9

Carl Ebner, Stuttgart.

W. Beetz: Über den Ursprung der Achatgerölle.

Untersuchungen über die Lobenlinien der Ammoniten des Lias α—γ.

Von

Arnold Dietz.

Mit 33 Textfiguren und 8 tabellarischen Übersichten.

I. Derzeitiger Stand der Theorie der Lobenlinie.

Es ist ganz selbstverständlich, daß für eine Systematik sämtliche Charaktere, die ein Tier darbietet, von Bedeutung sein können. Wie wenig aber mit einer aufzählenden Beschreibung der einzelnen Merkmale, mag die Arbeit nun rein paläontologischen oder stratigraphischen Zwecken dienen, getan ist, lehrt schon die Beachtung der Tatsache, daß zwischen Angehörigen verschiedener Gruppen durch konvergente Entwicklung heterogener Organe äußerliche Übereinstimmung geschaffen werden kann. Noch größere Schwierigkeiten als das Unterscheiden von Homologien und Analogien bereitet der bei verschiedenen Zweigen des gleichen Stammes auftretende Parallelismus in der Progression homologer Charaktere. (Beispiel: Wiederholte Umwandlung einfacher Rippen zu Spaltrippen in verschiedenen Gruppen der Psiloceracea Wedk.) Soll also einer Arbeit irgend eine Bedeutung beigemessen werden, so muß sie auf eine spezielle Untersuchung der einzelnen Charaktere und ihrer Ontogenie eingehen. Erst dann, wenn auf Grund derartiger Untersuchungen der genetische Charakter der einzelnen Merkmale genau erkannt und in der Terminologie klar zum Ausdruck gebracht wird, sind Art und Gattungsdefinitionen von wirklich wissenschaftlichem Wert. So begnügt sich denn die vorliegende Arbeit im wesentlichen mit der

Untersuchung der Lobenlinie bei einer kleinen Gruppe der Ammonoidea.

Die Lobenlinie wird im allgemeinen definiert als die „Grenzlinie oder Grenzfläche der Septen gegen die Innenwand der Schale" (Pompeckj, Handwörterbuch, Artikel Cephalopoda p. 272). Diese Definition ist nicht ganz eindeutig, da das Septum, wo es an die äußere Schale stößt, rechtwinklig umknickt und als Septalband vorgebogen ist, dessen vordere Grenzlinie nicht immer mit dem eigentlichen Septum parallel laufen muß. Wedekind hat nun, um diese Unbestimmtheit zu beseitigen, die folgende Fassung gewählt: „Wenn die vordere Fläche des Septums bis zum Septalbande als Septalfläche bezeichnet wird, dann ist unter Lobenlinie diejenige Linie zu verstehen, in der die Septalfläche, respektive deren direkte Verlängerung die Innenwand der äußeren Schale schneidet" (1917, p. 86).

Es muß nun von vorneherein bemerkt werden, daß die Beziehungen, die zwischen Lobenlinie und Tier bestehen, noch vollkommen ungeklärt sind. Pfaff (1911) hat neuerdings die zuweilen äußerst komplizierte Form der Lobenlinie als eine Folge des Wasserdruckes in Anspruch genommen. Dies ist aber durchaus selbstverständlich, da Formen, die in ihrem Bauplan der mechanischen Beanspruchung durch den Wasserdruck nicht Rechnung tragen würden, überhaupt nicht existenzfähig wären.

Wenn auch die Beziehungen zwischen Lobenlinie und Tier noch durchaus unklar sind, so ist diese doch für den Geologen von größter Bedeutung, da sie erlaubt, zeitlich verschiedene Formen (z. B. Goniatiten, Ceratiten usw.) in relativ einfacher Weise zu unterscheiden. Bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit, welche die Lobenlinie in der Anzahl, Größe, Gestalt und Zerschlitzung der einzelnen Loben und Sättel darbietet, hat sie auch in der speziellen Systematik ausgiebige Verwendung gefunden, doch ohne überall zu befriedigenden Ergebnissen zu führen. Dies ist bei den üblichen Untersuchungsmethoden, die sich nur mit der Alterslobenlinie, vorwiegend sogar nur mit deren äußerem Teil befassen, durchaus selbstverständlich, ist es doch häufig unmöglich, aus der sich darbietenden Unzahl von Einzelheiten das Wesentliche und Charakteristische herauszufinden. Da die Ammonoidea in der Entwicklung ihrer verschiedenen Zweige vielfach Konvergenz und Parallelismus aufweisen, hat die rein morphologische Methode

häufig durchaus heterogene Elemente der Lobenlinie untereinander verglichen. Rechnet man noch dazu die Unbestimmtheit der Terminologie, so wird es wohl klar, daß auf diesem Wege die Systematik von der Untersuchung der Lobenlinie keinen großen Nutzen erwarten darf.

Ich bin nun der Ansicht — die gesamte Erfahrung spricht unbedingt dafür —, daß eine gründliche Untersuchung der Lobenlinie der Systematik wesentliche Dienste leisten kann. Gewiß, die Alterslobenlinie gibt ohne weiteres kein eindeutiges Bild, sie ist indessen begründet auf einer Reihe von Entwicklungsstadien, die die Herausbildung der komplizierten Alterslobenlinie aus einfachen und übersichtlichen Anfängen zeigen. Dieser ganze Entwicklungsgang wird uns nun in der Schale aufbewahrt und fordert den Forscher direkt zu ontogenetischen Untersuchungen auf. Da diese Methode aber langwierige und peinliche Untersuchungen, sowie eine Zertrümmerung der zu untersuchenden Exemplare erfordert, ist sie trotz ihrer Exaktheit bisher nur von wenigen Forschern angewendet worden.

Die ersten, die sich dieser Methode bedienten und ihre Ergebnisse in größeren, zusammenhängenden Arbeiten veröffentlichten, waren Branco, Hyatt und J. P. Smith. Branco (1879) richtete sein Hauptaugenmerk auf die Embryonalkammer und zieht nur gelegentlich auch die weitere Entwicklung der Lobenlinie in den Bereich seiner Untersuchungen. Infolgedessen ist die ontogenetische Methode vielfach als „Embryologie“ bezeichnet worden. Hyatt (1889) tritt dieser Einschränkung aufs entschiedenste entgegen, und er verfolgt die Entwicklung der einzelnen Formen bis ins Altersstadium, hält sich aber hauptsächlich an Form und Skulptur der Schale.

In der Deutung der Embryonalkammer weichen die Anschauungen der beiden genannten Forscher erheblich voneinander ab. Branco betrachtet sie, in Übereinstimmung mit Barrande, als Homologon der ersten Luftkammer von *Orthoceras*. Bei der allgemein herrschenden Anschauung, nach der ihre vordere Begrenzung als Septum, der Öffnungsrand somit als echte Lobenlinie angesehen wird, ist die Branco'sche Deutung die einzig mögliche. In diesem Falle müßten sich aber am hinteren Teil der Embryonalkammer zum mindesten die Anheftungsstelle eines Protoconchs nachweisen lassen, was bisher nicht geschehen ist.

Auch ein Prosipho, wie ihn Maske auf einem Schliff durch die Embryonalkammer von *Normannites* (Handwörterbuch, p. 287 Fig. 43) nachgewiesen zu haben glaubt, würde für die Branco'sche Anschauung sprechen.

Hyatt (1889, p. 3 und 13), Noetling (1905 a, p. 3) und andere sehen dagegen in der Embryonalkammer der Ammoniten ein Homologon des runzeligen Protoconchs der Nautiliden, wie er häufig bei *Orthoceras* Breyn. beobachtet wird. Es ist nicht zu leugnen, daß die der Anheftungsstelle des Protoconchs entsprechende Öffnung am Gipfel der Schale von *Orthoceras* (vgl. Hyatt 1889, p. 11, Fig. 13, 14, 17) eine auffallende Ähnlichkeit mit der Mündung latisellater Embryonalkammern zeigt. Unvereinbar ist es aber mit dieser Anschauung, die Abgrenzung der Embryonalkammer gegen die erste Luftkammer als Lobenlinie zu betrachten, denn ein eigentliches Septum kann doch erst gebildet werden, nachdem sich der Eingeweidesack aus seiner ursprünglichen Lage im hinteren Teil der echten Schale gelöst und vorgerückt ist, kann also niemals mit der Grenze von Protoconch und Schale zusammenfallen. Diese Deutung würde außerdem eine im Lauf der phylogenetischen Entwicklung ständig wachsende Divergenz zwischen der „embryonalen" und primären Lobenlinie ergeben, während doch im allgemeinen im Laufe der Stammesgeschichte Unterschiede der einzelnen ontogenetischen Stadien ausgeglichen werden, vorausgesetzt, daß sie nicht durch einen Wechsel im biologischen Verhalten des Tieres bedingt sind.

Diese Divergenz erreicht ihren höchsten Grad beim angustisellaten Typus, hier zeigt die „embryonale Lobenlinie" einen Lobus (resp. Sattel), wo die primäre Lobenlinie einen Sattel (resp. Lobus) aufweist. Herr Prof. Wedekind hat diese Verhältnisse an Sonninien (von Warzen) genauer untersucht und in seinen „Genera der Palaeoammonoidea" (p. 87—89) beschrieben. Die diesbezüglichen Zeichnungen, die mir Herr Prof. Wedekind gütigst zur Verfügung stellte, lassen die zwischen Protoconch und Schale bestehenden Beziehungen klar erkennen. Bei den Ammoniten der Perm- und Triasformation ließe sich die primäre Lobenlinie noch von der hier vorherrschenden latisellaten Embryonalkammer (Fig. 1) direkt ableiten, indem man sich jeden der beiden Sättel durch einen medianen Lobus gespalten denkt. Jedoch an der angustisellaten Embryonalkammer der Jura- und Kreideammoniten

(Fig. 2 u. 3) ist dies nicht möglich, denn sie zeigt in der Abgrenzung der Mündung gerade dort einen Lobus (resp. Sattel), wo die primäre Lobenlinie einen Sattel (resp. Lobus) aufweist (vgl. Branco 1879, Taf. VIII Fig. V c und Taf. X Fig. VI a). Die Elemente der

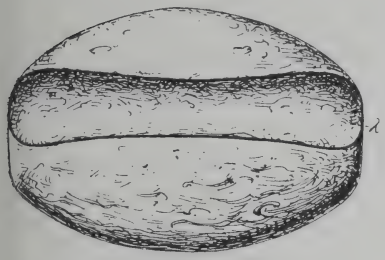


Fig. 1.

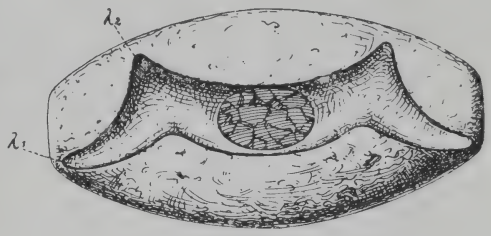


Fig. 2.

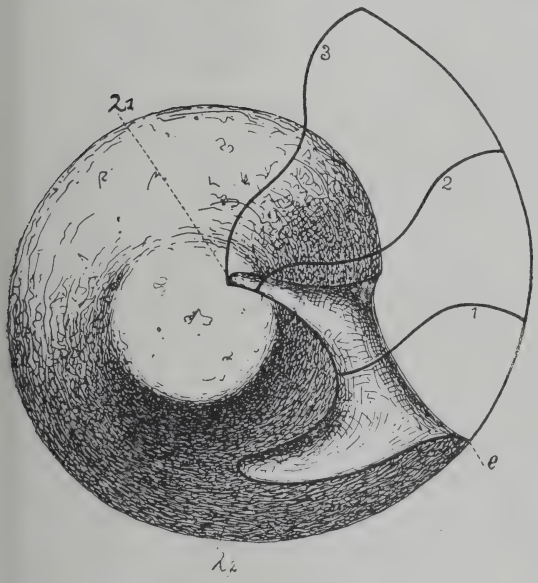


Fig. 3 a.

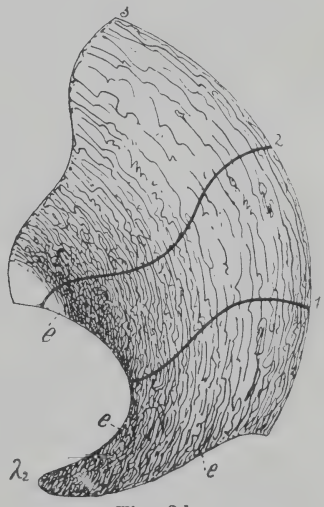


Fig. 3 b.

„embryonalen Lobenlinie" werden also nicht unter die der ersten Luftkammer aufgenommen. Fig. 3 zeigt auch das Reiten der ersten und zweiten Lobenlinie auf dem Lateralsattel der Embryonalkammer (vgl. Branco 1879, Taf. VIII Fig. III i, Taf. IX Fig. III e und I l, Taf. X Fig. VI g). Die Nahtlinie der ersten Windung folgt dem Rande des Lateralsattels der Embryonalkammer, an dessen Scheitel sich das erste Septum anlegt. Dies steht senkrecht

auf der Mündung der Embryonalkammer und teilt sie in zwei gleichgroße Abschnitte. Die phylogenetische Entwicklung der embryonalen „Lobenlinie" zeigt also in Beziehung auf diejenige der ersten Luftkammer eine zunehmende Divergenz, während die beiden gemäß dem Gesetz der Acceleration einander immer ähnlicher werden müßten. Diese Überlegung nötigt uns zu der Annahme, daß es sich hier um durchaus heterogene Bildungen handelt, die überhaupt nicht miteinander verglichen werden können. Es bleibt also nur noch die einzige Deutung, daß die sogenannte „embryonale Lobenlinie" nicht durch ein vom Eingeweidesack ausgeschiedenes Septum gebildet wird, sondern daß sie den Mundrand der larvalen Schale (Protoconch) darstellt. Die Verschiedenheit zwischen Embryonalkammer und dem anschließenden Teil der eigentlichen Schale zwingt zu der Annahme eines vollständigen Wechsels in der Lebensweise. Ein Vergleich der relativ großen Embryonalkammer mit der viel engeren Anfangswindung macht es wahrscheinlich, daß auf diesem Stadium das Tier die planktonische Lebensweise der Larven aufgibt und zur nektonischen übergeht.

J. P. Smith gibt auch vollständige ontogenetische Serien, doch immer nur von einzelnen, den verschiedensten Verwandtschaftskreisen entnommenen Arten. Der Gang der Ontogenie wird mit Anspruch auf Allgemeingültigkeit eingehend geschildert, und auf Grund unbeschränkter Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes muß jedes Glied der ontogenetischen Entwicklung zur Ermittlung eines Gliedes der Ahnenreihe dienen. Die Unzulässigkeit dieses Verfahrens stellt sich jedoch heraus, wenn, wie das in der vorliegenden Arbeit geschieht, die Ontogenie einer größeren Anzahl einander nahestehender Formen miteinander verglichen wird. Es zeigt sich dann, daß die Beschleunigung in der Annahme der verschiedenen Charaktere beträchtliche Unterschiede aufweisen kann, so daß auf demselben Entwicklungsstadium Merkmale verschiedener Ahnen gemischt auftreten und die Reihenfolge ihrer Herausbildung in der Ontogenie nicht die gleiche zu sein braucht wie in der Phylogenie. Cope, der diese Tatsache bereits erkannte, hat sie in seinem Law of Retardation[1] klar zum

[1] Origin of the Fittest. p. 142: The acceleration in the assumption of a character, progressing more rapidly than the same in another character, must produce, in a type whose stages were once the exakt parallel of a permanent lower form; the condition of inexact parallelisme.

Ausdruck gebracht. Trotz alledem muß anerkannt werden, daß die genannten Paläontologen, vor allem Hyatt, gerade durch die bis ins einzelne gehende begriffliche Verarbeitung ihrer Untersuchungen für die Fortbildung der ontogenetischen Methode Bedeutendes geleistet haben. Am wichtigsten ist wohl die von Hyatt ausgehende Formulierung des Law of Acceleration[1] sowie die strenge Unterscheidung zwischen morphological equivalence und morphological difference. Doch auch späterhin ist die ontogenetische Methode bei Untersuchung von Lobenlinien nur selten zur Anwendung gekommen[2], bis Noetling (1905 a u. b) durch seine Arbeiten diesen Zweig der Ammonitenforschung wieder belebt hat. Von dem denkbar einfachsten Typ der Lobenlinie ausgehend, leitet er zunächst rein theoretisch die für die weitere Fortentwicklung möglichen Wege ab. Die von ihm gewählte Ausgangsform, die etwa dem Mundrande der latisellaten Embryonalkammer entspricht, weist zwei laterale Loben und zwei mediane Sättel auf. Da es für eine vergleichende Betrachtung von Lobenlinien erste Bedingung ist, daß immer genetisch gleichwertige Elemente derselben parallelisiert werden, so ist er bestrebt, eine Signierung der einzelnen Elemente zu geben, die deren Ursprung klar erkennen läßt. Er bezeichnet in der zum Ausgangspunkt gewählten Lobenlinie die beiden primären Lateralloben mit L, die beiden medianen Sättel mit e und i. Alle Elemente, die aus e und i hervorgehen, werden auch mit dem entsprechenden Buchstaben, und zwar die Loben mit großen, die Sättel mit kleinen, bezeichnet. Der andere Punkt, dem Noetling größere Bedeutung beimißt, ist die zeitliche Reihenfolge, in der die einzelnen Elemente angelegt werden, was in den Lobenformeln durch einen Index, der den Zeichen der einzelnen Loben und Sättel beigefügt wird, zum Ausdruck kommt.

Beispiel: $E^2\ e^2\ L^1\ i^3\ I^3$.

---

[1] Genesis of the Arietidae. p. 44: Changes in environment, which introduce new adaptive characteristics in the nealogic or adult stages; necessarily add these to the hereditary stages of the younger periods of growth, and thuss horten the development of the latter by direct replacement.

[2] Karpinsky (1889), Pompeckj (1893—1896) und Solger (1903) geben zwar nicht vollständige Entwicklungsserien wie J. P. Smith, berücksichtigen aber die Ontogenie der Lobenlinien und bilden auch deren Jugendstadien ab.

Die weitere Ausgestaltung durch Anlage neuer Elemente ist mechanisch bedingt durch die Aufrollung der Schale. Bei diesem Vorgang bildet sich an der Schale, die ursprünglich einen kreisförmigen Kegel darstellte, eine konkave Zone. Da hierdurch das Verhältnis zwischen Umfang und Inhalt ungünstiger wird, der Weichkörper aber sein Volum behält, so ist eine Vergrößerung des Schalenumfangs erforderlich. Dies kann aber nur geschehen, wenn gleichzeitig durch Hinzutreten weiterer Loben und Sättel der erhöhten mechanischen Beanspruchung durch den Wasserdruck Rechnung getragen wird.

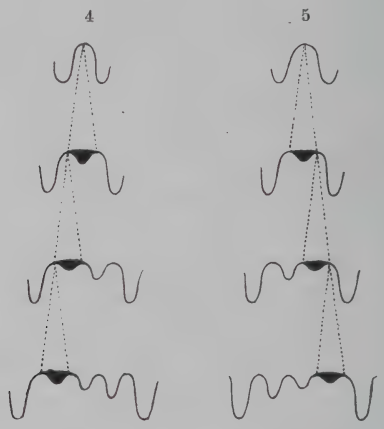


Fig. 4 und 5. Schema der einfachen Sattelspaltung. Liegt die Außen- oder Ventralseite links, so stellt Fig. 4 die einfach ventropartite, Fig. 5 die einfach dorsopartite Sattelspaltung dar.

Die Vermehrung der Elemente der Lobenlinie kann sowohl durch Spaltung der Loben wie der Sättel erfolgen. Betreffs der Sattelspaltung unterscheidet NOETLING den einfachen und den alternierenden Modus.

Im Fall der einfachen Sattelspaltung wird entweder immer nur der dorsale („dorsale einfache Sattelspaltung“ Fig. 5) oder der ventrale („ventrale einfache Sattelspaltung“ Fig. 4) Ast des zuvor geteilten Lobus weiter gespalten.

Alternierend nennt er die Sattelspaltung, wenn abwechselnd einmal der dorsale, das nächste Mal der ventrale Ast des zuvor gespaltenen Sattels durch den zunächst sich anlegenden Lobus geteilt wird. Je nachdem, ob der ventrale oder dorsale der beiden

zuerst gebildeten Äste eine weitere Teilung erfährt, unterscheidet er zwischen „dorso-alternierender“ (Fig. 7) und „ventro-alternierender“ (Fig. 6) Sattelspaltung.

Von gemischter Sattelspaltung kann man reden, wenn bei Gliederung desselben Elements der alternierende und der einfache Modus einander folgen (Fig. 8).

Nach Noetling geht die Spaltung des Externsattels gemäß dem einfachen, die des Internsattels gemäß dem alternierenden

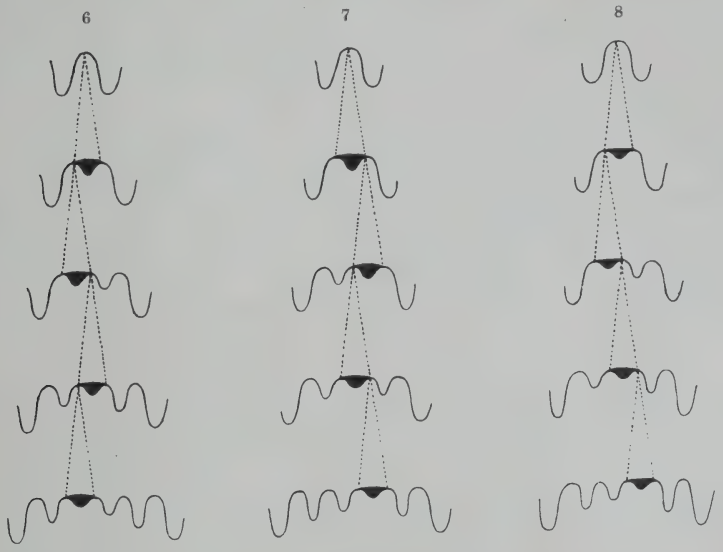


Fig. 6 und 7. Schema der alternierenden Sattelspaltung. Liegt der Außenlobus in jeder Figur links, so stellt Fig. 6 die alternierend ventropartite, Fig. 7 die alternierend dorsopartite Lobenspaltung dar.
Fig. 8. Schema der gemischten Sattelspaltung.

Typus vor sich, was auch in der bisherigen Erfahrung seine Bestätigung findet. Dagegen entspricht es nicht den Tatsachen, wenn er auf Grund seiner Beobachtungen an *Indoceras baluchistanense* Noetling und *Pseudosageceras multilobatum* Noetling für den Internsattel nur den dorso-alternierenden Modus zulassen will. Denn sowohl an den von Herrn Prof. Wedekind wie auch an den von mir untersuchten Formen wurde ausnahmslos der ventro-alternierende Modus angetroffen.

Die Möglichkeit einer Lobenspaltung will Noetling nur für den Extern-, den Intern- und den primären Laterallobus zulassen.

Nach den von Herrn Prof. Wedekind zuerst an Simbirskiten (1910) gemachten Beobachtungen und gemäß den durch die vorliegende Arbeit gewonnenen Erfahrungen werden auch die „Auxiliarloben" häufig durch Aufwölbung eines Sattels gespalten. Dieser Vorgang, der gerade hier größeren, das Gesamtbild der Lobenlinie bestimmenden Umfang annimmt, tritt dann ein, wenn ein Lobus so zu liegen kommt, daß er durch die Nahtlinie halbiert wird. In diesem Fall wird bei einer Vergrößerung des Umschlags auch der betreffende Lobus stark ausgedehnt, was die Festigkeit der Schale natürlich vermindert. Es werden nur solche Formen fortexistieren können, deren Schalenbau der erhöhten mechanischen Beanspruchung Rechnung trägt. Dies geschieht durch Aufwölbung eines Sattels in dem betreffenden Lobus. Bei weiterer Vergrößerung des Umschlags wird der so entstandene Sattel durch einen Lobus gespalten, in dem sich dann wieder ein Sattel aufwölbt usw. Dieser als Suturallobus bezeichnete Lobentyp ist entweder hängend (suspensiv) oder normal ausgebildet. Der erste Fall stellt den allen Ammonitenforschern bekannten Suspensivlobus dar, der für die Lobenlinie der Perisphincten so charakteristisch ist.

Dies alles vermindert natürlich nicht die Verdienste, die sich Noetling durch seine theoretischen Darlegungen und den Hinweis auf die Notwendigkeit einer genetischen Terminologie um die Lobenlinienforschung erworben hat. Wenn trotz dieser richtigen Grundgedanken seine Lobenformeln so wenig anschaulich und natürlich sind, so liegt das an der Wahl einer dem Mundrand latisellater Embryonalkammern entsprechenden Ausgangsform der Lobenlinie, wozu ihn wahrscheinlich die Theorie von der „embryonalen Lobenlinie" geführt hat. Infolgedessen werden Intern- und Externlobus dem primären Laterallobus als sekundäre Elemente gegenübergestellt. Der ganze Verlauf der Entwicklung bekundet aber, daß als primäre Form die aus Extern-, Intern- und Laterallobus sowie den entsprechenden Sätteln bestehende Lobenlinie anzusehen ist, und daß diese primären Elemente bei der weiteren Ausgestaltung als selbständige Einheiten behandelt werden müssen. Die Lobenlinienformel muß dem Rechnung tragen, indem sie bei Bezeichnung der Reihenfolge des Auftretens jede der aus einem dieser ursprünglichen Elemente hervorgehende Serien sekundärer Elemente für sich numeriert. Noetling ordnet sämtliche Elemente der Lobenlinie nach der Zeitfolge ihrer Anlage in eine Reihe

ein, die nicht nur unübersichtlich, sondern auch unsicher ist. Gemäß dem schon zitierten Law of Retardation kann die Ausgestaltung der einzelnen primären Elemente in verschiedenem Grade beschleunigt werden, was in der NOETLING'schen Bezeichnungsweise Umstellungen bewirken würde.

Herr Prof. WEDEKIND[1], der seit einer Reihe von Jahren in ähnlichem Sinne wie NOETLING an der Theorie der Lobenlinie arbeitet, wählt als Ausgangsform eine aus Extern-, Intern- und primärem Laterallobus bestehende Lobenlinie. Die entsprechende Formel würde, da er die durchaus unnötige Aufzählung der Sättel fortläßt, die folgende Form haben:

E L J.

Die Loben, die aus dem primären Internsattel hervorgehen, faßt er als Umschlagloben zusammen und gibt ihnen in der Formel das Zeichen U mit einem ihre Entstehungsfolge bezeichnenden Index[2]. Die aus dem Externsattel hervorgehenden Loben werden Adventivloben genannt und durch die Zeichen A_I, A_{II}, A_{III} usw. wiedergegeben. Suturallobenbildung findet den nachfolgenden Ausdruck:

U_I (= S).

Eine bedeutende Vereinfachung dieser Untersuchungen ermöglicht die Anwendung der beiden Septalflächengesetze (WEDEKIND 1913):

I. Auf jugendlichen Septalflächen ist der am schwächsten ausgeprägte Lobus auch zugleich der jüngste.

II. Die relative Lage der einzelnen Loben zueinander ist meistens konstant.

Herr Prof. WEDEKIND hat nun darauf hingewiesen, daß auch die weitere Komplikation, d. h. Zerschlitzung der Loben und Sättel durch Inzisionen, bei den einzelnen Formen viele charakteristische Merkmale aufweist. Im Gegensatz zu den Loben, deren Gesetzmäßigkeit in der Entstehungsfolge schon dargestellt wurde, treten

[1] Eine zusammenfassende Darstellung der Lobenlinientheorie geben die einleitenden Abschnitte der Genera der Palaeoammonoidea (Palaeontographica. 62. p. 86—103), denen auch die Fig. 4—8 entnommen sind.

[2] Die Absonderung eines „zweiten Lateralobus" ist unzulässig, da dieser seiner Entstehung nach durchaus einem Umschlaglobus entspricht und je nachdem, ob es sich um dorso-alternierende oder ventro-alternierende Spaltung des primären Internsattels handelt, mit U_I oder U_{II} zu bezeichnen ist.

die Inzisionen zuerst an den in Nähe der Mediane gelegenen Elementen auf, von hier aus auf die mehr umbonal gelegenen Loben und Sättel übergreifend. Phylogenetisch beginnt die Zerschlitzung im Grunde der Loben, während die Sättel noch ihre ganzrandige Form beibehalten (Beispiel: *Popanoceras* Hyatt). Da diese Form der Zerschlitzung nur von einem Pol ausgeht, wird sie als monopolarer Modus bezeichnet. In der Trias bildet sich die bipolare Form der Zerschlitzung heraus. Sie beginnt sowohl auf dem Scheitel der Sättel wie im Grunde der Loben, von beiden Polen sich auf die Flanken ausbreitend.

Auf Grund der Zerschlitzung teilt Wedekind (1917) die Gesamtheit der Ammonoidea in drei große Gruppen:

I. Palaeoammonoidea:
Loben ohne Inzisionen.
Loben rund oder einspitzig.

II. Mesoammonoidea:
Lobenlinie monopolar zerschlitzt.
Loben dicranidisch, triänidisch oder prionidisch.

III. Neoammonoidea:
Lobenlinie bipolar zerschlitzt.
Loben meist triänidisch.

II. Beschreibung der beobachteten ontogenetischen Serien von Lobenlinien unterliasischer Ammoniten.

Vorbemerkungen.

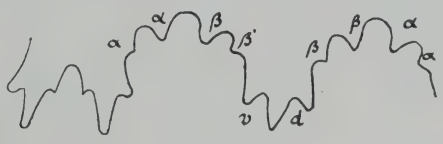
Das für die Untersuchung verwendete Material war zumeist verkiest und entstammte den schwäbischen und hannoverschen Liasvorkommen. Zum Zweck der Beobachtung wurden die einzelnen Windungen mit Hilfe einer Beißzange abgehoben und mit Salzsäure gereinigt. Die auf diese Weise präparierten Bruchstücke wurden mit etwas Wachs auf einem Stück Karton befestigt und unter dem Biokular betrachtet, wobei das Hauptaugenmerk der Entwicklung der Lobenlinie zugewandt wurde. Wo es der Erhaltungszustand zuließ, wurde deren linke[1] Hälfte beobachtet

[1] Die Ausdrücke „linke und rechte Hälfte“ der Lobenlinie sind ohne weiteres nicht eindeutig, da sie, je nachdem, ob auf den Standpunkt des Betrachtenden oder den des Objekts bezogen, gerade entgegengesetzte Bedeutung annehmen. In der vorliegenden Arbeit sind diese Ausdrücke

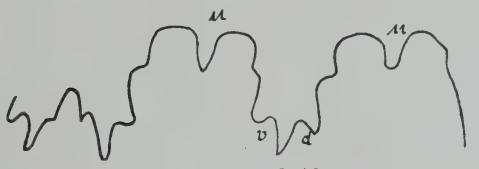
und wiedergegeben, die rechte dagegen nur aushilfsweise herangezogen.

Die in Frage kommenden Formen gehören zur Ordnung der Psiloceracea (Wedekind 1917, p. 103) und weisen als solche bipolare Zerschlitzung auf; d. h. diese nimmt ihren Ausgang sowohl vom Grunde der Loben (= Lobenpol) wie vom Scheitel der Sättel (= Sattelpol).

Die Zerschlitzung der Loben ist entweder d i c r a n i d oder t r i ä n i d. Im ersteren Falle wird der Lobus zunächst durch eine, in der Folge mit m bezeichnete, mediane Inzision in zwei gleiche Blätter (= Zacken) gegliedert. Im anderen Fall treten



9



10

Fig. 9 und 10.

dagegen gleichzeitig zwei symmetrisch zur Lobenmediane gelegene, den Lobengrund in 3 Blätter teilende Inzisionen auf, von denen ich die dorsale mit d, die ventrale mit v bezeichne. Später in größerem Abstand vom Lobenpol hinzutretende Inzisionen erhalten die Zeichen d′, d″ usw. oder v′, v″ usw. Echte dicranide Zerschlitzung wurde nur am Internlobus beobachtet, alle übrigen Loben zeigten den triäniden Typus oder lassen sich darauf zurückführen (Fig. 10).

Ein für die einzelnen Formen außerordentlich charakteristisches Verhalten zeigt die vom Sattelpol ausgehende Zerschlitzung. Bei den Ammoniten des untersten Lias beginnt sie

immer in dem letzteren Sinne angewandt worden. Die linke Hälfte der Lobenlinie würde also an dem richtig orientierten Tier ebenfalls links liegen, bei der üblichen, von der Ventralseite ausgehenden Darstellungs- und Betrachtungsweise aber rechts vom Externlobus zu liegen kommen.

mit der Anlage zweier, symmetrisch zur Sattelmediane gelegener Inzisionen, durch die die Sättel in 3 Blätter (tripartit) gegliedert werden (Fig. 9). Am Externsattel bezeichne ich die ventrale Inzision mit α, die dorsale mit β, an dem durch den Laterallobus davon getrennten Lateralsattel erhält dagegen, den Symmetrieverhältnissen Rechnung tragend, die Ventralinzision das Zeichen β und die Dorsalinzision das Zeichen α. Denn die Erfahrung zeigt, daß zwei benachbarte Sättel sich symmetrisch zur Mittellinie des zwischen ihnen liegenden Lobus ausgestalten. Einer stärkeren Ausprägung der Dorsalinzision des Externsattels entspricht der gleiche Vorgang an der Ventralinzision des Lateralsattels. Die gleiche Gesetzmäßigkeit wurde bei den Umschlagsätteln beobachtet und in der Signierung zum Ausdruck gebracht. Die später in größerem Abstande vom Sattelpol auftretenden Inzisionen erhalten die Zeichen α', α'' usw. oder β', β'' usw.

Ein ganz anderes Bild bietet die Sattelzerschlitzung bei den Deroceraten des Lias γ. Bei diesen Formen werden die Sättel durch eine in der Sattelmediane angelegte Inzision, die das Zeichen μ erhält, in zwei gleiche Abschnitte gegliedert (Fig. 10). Besonders deutlich wurde dies an *Deroceras Maugenestii* d'Orb. beobachtet. Da diese Form allgemein als ein Nachkomme der echten, dem α/β-Typus angehörenden Capricornier angesehen wird, lag die Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen dem α/β- und dem μ-Typus der Sattelzerschlitzung nahe, und ich sehe in dessen Aufdeckung eine Hauptaufgabe meiner Arbeit. Für die Umwandlung des α/β-Typus in den μ-Typus gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Die mediane Inzision legt sich zwischen α und β an, und letztere werden allmählich rückgebildet.
2. Eine der beiden Inzisionen α, β wird stärker ausgeprägt und rückt in die Mediane des Sattels
   a) α wird zur Medianinzision,
   b) β „ „ „

Eine das Gesamtbild der Sättel bestimmende, zwischen α und β auftretende Medianinzision wurde bei den in Frage kommenden Formen nicht beobachtet. Dagegen konnte der unter 2 b angeführte Fall in allen seinen Phasen nachgewiesen werden. Eine Verschiebung der Inzision in die Mediane (2 a) wurde nur bei der Gattung *Schlotheimia* Bayle beobachtet. Je nach ihrem Ursprung

werden die Medianinzisionen mit μ_a oder μ_β bezeichnet. Die Zeichen $\alpha\mu$ und $\beta\mu$ finden in solchen Fällen Verwendung, wo diese Umlagerung zwar schon eingeleitet ist, die betreffende Inzision aber die mediane Lage noch nicht ganz erreicht hat.

Der oben beschriebene Verlauf der Zerschlitzung wiederholt sich sekundär an den Inzisionen und Sattelblättern. Bei den Gattungen *Phylloceras* Suess und *Psiloceras* Hyatt werden nur die primären Inzisionen (α, α', β, β') triänid ausgestaltet, die zwischen diesen liegenden Sattelabschnitte bleiben aber ungegliedert und werden als große, ganzrandige, ovale Blätter abgeschnürt. Bei allen jüngeren Formen wird der Scheitel der einzelnen Sattelblätter zum Ausgangspunkt einer „sekundären Zerschlitzung", die in typischen Fällen eine Wiederholung der primären Zerschlitzung der Sättel darstellt. Die Sekundärinzisionen der Sattelblätter erhalten, wenn sie gesondert betrachtet werden, die Zeichen α_2, α_2', β_2, β_2', μ_2. Das Zeichen μ_2 enthält eine Sekundärinzision, die ein primäres Sattelblatt in zwei gleiche Abschnitte sondert, die anderen Zeichen finden Verwendung, wenn gleichzeitig zwei symmetrisch zur Mittellinie des primären Sattelblattes gelegene Sekundärinzisionen auftreten, und zwar erhält jede Sekundärinzision den der benachbarten Primärinzision entsprechenden Buchstaben (Fig. 11).

Fig. 11.

Die an den primären Lobenblättern (-zacken) auftretenden Sekundärinzisionen werden analog mit d_2, d_2', v_2, v_2', m^2 usw. bezeichnet.

1. *Psiloceras planorbis* Sow. (Fig. 12).

Das untersuchte Exemplar stammte von Nellingen (Württemberg) und hatte einen Durchmesser von 37,2 mm. Der Steinkern war in Kalkspat umgewandelt, zeigte aber einen schwachen Anflug von Schwefelkies. Der Erhaltungszustand der Lobenlinie war mangelhaft. Als der Beobachtung noch am günstigsten erwies sich die rechte Hälfte der Lobenlinie, deren Entwicklung in Fig. 12 dargestellt wird.

Der lückenhafte Erhaltungszustand der inneren Windungen erlaubte es nicht, das Auftreten jedes einzelnen sekundären Ele-

mentes unmittelbar zu beobachten, doch läßt eine genaue Betrachtung der jüngsten[1], vollständig erhaltenen Lobenlinie die Entstehungsfolge der bis dahin angelegten Elemente erkennen. Zu den primären Loben sind durch Spaltung des Internsattels eine Reihe Umschlagloben hinzugetreten. Von den fünf Rückbiegungen, die der zwischen Lateral- und Internlobus gelegene

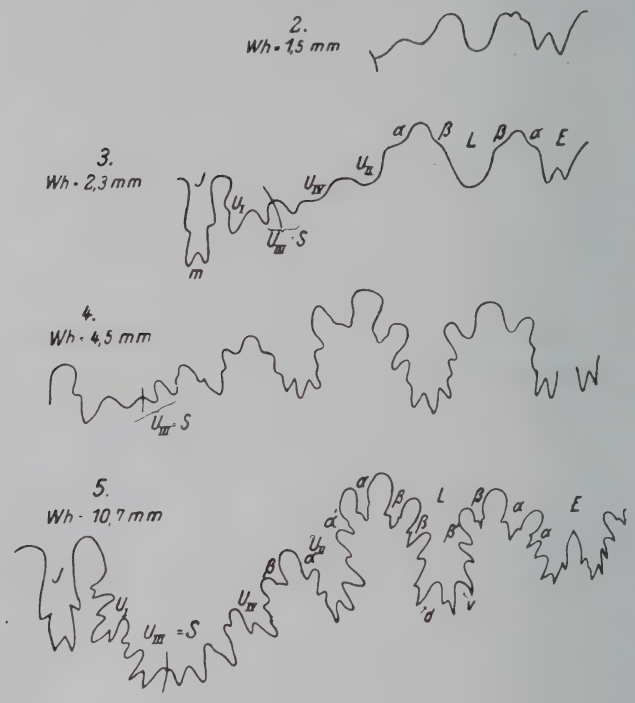


Fig. 12.

Teil der Lobenlinie zeigt, fallen die beiden, welche durch den Nahtsattel getrennt werden, durch ihre schmale, enge Form auf. Sowohl ihre Gestalt wie ihre Lage zur Naht führt uns dazu, sie als die Äste eines durch Aufwölbung des Nahtsattels gespaltenen Lobus (Suturallobus) zu deuten.

[1] Die relativen Altersbezeichnungen (jünger, älter) der verschiedenen Schalenteile werden hier nie in chronologischem Sinne angewandt, sondern beziehen sich auf das Altersstadium, in dem sich das Tier zur Zeit deren Abscheidung befand. Eine jüngere Lobenlinie liegt also der Embryonalkammer näher als eine ältere.

Der ventral anschließende Lobus dokumentiert sich durch seinen geringen Umfang und durch seine flache Form als der zuletzt, der dorsal anschließende durch die bereits eingetretene Zuspitzung als der zuerst angelegte. Weitere Umschlagloben treten nicht hinzu, doch erfährt der Suturallobus noch reichere Ausgestaltung. Auf dem nächstfolgenden Stadium (Abb. 4) ist der Nahtsattel bereits durch Anlage eines Lobus gespalten. Mehrfache Wiederholung dieser Vorgänge führt zu der in Abb. 5 dargestellten ältesten Lobenlinie des untersuchten Exemplares. Die auf dem letzteren Entwicklungsstadium eben beginnende Spaltung des Nahtsattels deutet an, daß bei längerer Lebensdauer des Individuums der Suturallobus noch reichere Ausgestaltung erfahren hätte. Im Verlauf der Entwicklung wird nicht nur der Suturallobus suspensiv, sondern auch die drei anderen Umschlagloben zeigen suspensive Anordnung, so daß die Lobenlinie im ganzen Bereich des Umschlags nach der Naht zu hängt. Wir können diese Erörterungen in der nachfolgenden Formel übersichtlich zusammenfassen:

$$I\,U_I\,U_{III}\,(=S_{Id}\,S_{IId}\,S_{IIId}\,S_{IV}S_{IIIv}\,S_{IIv}\,S_{Iv})\,U_{IV}\,U_{II}\,L\,E,$$

wofür man auch abkürzend schreiben kann

$$I\,U_I\,U_{III}\,(=S_{IV})\,U_{IV}\,U_{II}\,L\,E.$$

Bezüglich der Größenverhältnisse der einzelnen Elemente sei noch bemerkt, daß der Externlobus breit und flach, der primäre Laterallobus aber bedeutend schmaler und tiefer als der erstere ist. Der Externsattel ist von breiterer Gestalt als der wesentlich höhere Lateralsattel. Außergewöhnlich schmal und hoch sind der Internsattel und Internlobus, welcher letztere, abgesehen vom Suturallobus, von allen Elementen am tiefsten herabreicht.

Die beginnende Zerschlitzung zeigt sich zunächst am Externsattel (Abb. 2). Auf dem nächstfolgenden Stadium (Abb. 3) hat sie bereits den Lateralsattel ergriffen, während der zwischen den beiden genannten Sätteln gelegene Lobus auffälligerweise noch seine einfache Form bewahrt. Inzwischen hat die Zerschlitzung aber auch auf der Dorsalseite eingesetzt und nähert sich von beiden Seiten aus der Naht (Abb. 4). Auf dem letzten Stadium (Abb. 5) sind, abgesehen von den inneren Ästen des Suturallobus, alle Elemente bereits zerschlitzt.

Die Zerschlitzung der Loben folgt mit Ausnahme des Extern- und Internlobus dem triäniden Typus, der am primären Lateral-lobus noch durch Ausbildung je einer dorsalen (d′) und ventralen (V′) Lateralinzision eine Ergänzung erfährt (Abb. 4 u. 5). Der Externlobus wird durch Aufwölbung eines später spitz dachförmige Gestalt annehmenden Mediansattels gespalten. Jeder der beiden Äste wird zweispitzig und bildet außerdem an seiner Flanke noch eine weitere Zacke heraus. Der Internlobus wird wie bei anderen Formen des unteren Lias durch eine Medianinzision dicranid ausgestaltet. Außerdem bildet sich noch an jeder Flanke eine Hauptzacke heraus, und es liegt nahe, ihn als durch Teilung der Mittelzacke aus dem triäniden Typus entstanden zu denken. Die Inzisionen, welche die Loben zerschlitzen, weisen anfangs nach den Lobenmittelpunkten gerichtete Spitzen auf (Abb. 4), die sich jedoch später abrunden (Abb. 5). Bei den von den Inzisionen abgeteilten Blättern oder Zacken verläuft die Entwicklung gerade in umgekehrter Richtung. Während sie auf dem in Abb. 4 wiedergegebenen Entwicklungsstadium noch stumpfer als die Kerben sind, weisen sie auf Abb. 5 bereits zugeschärfte Spitzen auf.

Die vom Sattelpol ausgehende Zerschlitzung der Sättel stellt den ursprünglichen α/β-Typus (Fig. 9) dar. Die beiden Inzisionen werden symmetrisch zur Sattelmediane angelegt und behalten diese Lage während der ganzen Lebensdauer bei. Später greift die Zerschlitzung durch Anlage der Inzisionen α' und β' auf die Flanken der Sättel über (Abb. 4 u. 5). Sie vom Lobenpol herzuleiten, ist, wie ein Blick auf die Tafel zeigt, nicht angängig, denn das würde der durch zahlreiche Beobachtungen gewonnenen Erfahrung, wonach auf jugendlichen Entwicklungsstadien unter den von einem Pol ausgehenden Inzisionen, die zu äußerst liegenden jüngsten auch zugleich die schwächste Ausprägung zeigen, widersprechen. Die Sattelinzisionen weisen anfangs nach dem Sattelmittelpunkt gerichtete Spitzen auf (Abb. 2), doch runden sie sich sehr bald ab (Abb. 3 u. 4) und erfahren schließlich eine triänide Ausgestaltung (Abb. 4 u. 5).

Zwischen den primären Inzisionen treten sekundär keine weiteren Einkerbungen auf. Infolgedessen kommt es zur Ausbildung der so charakteristischen großen, ganzrandigen, ovalen Blätter.

Bezüglich der Form und Skulpturverhältnisse sei noch bemerkt, daß die in der Jugend relativ niedrigmündigen Formen bei 1,0—1,5 mm Windungshöhe etwa kreisförmigen Windungsquerschnitt zeigen, im Alter aber hochmündig werden. Die Anwachsstreifen sind auf der Externseite vorgebogen, Skulpturelemente fehlen an dem untersuchten Exemplar vollkommen.

2. *Psiloceras laqueolus* Schloenb. (Fig. 13).

Es standen nur Bruchstücke eines am Gallberge bei Salzgitter gefundenen Exemplares zur Verfügung. Lobenlinien waren nur an einem Windungsstück von Wh = 6 mm und Wb = 9 mm zu beobachten. Brandes (1912, p. 433) stellt diese

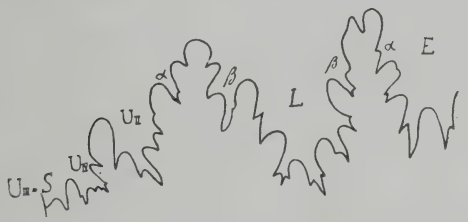


Fig. 13.

Art wegen „der seitlich von Furchenandeutungen begleiteten Vorwölbungen der Externseite“ zu den Arieten. Das mir vorliegende Exemplar sowie die Abbildungen bei Schloenbach (1865, Taf. XXVI Fig. 1) und Wright (1878—1886) lassen keine Furchenandeutungen erkennen. Auch die Lobenlinie erinnert noch sehr an *Psiloceras planorbis* Sow. Sie weist außer dem Externlobus und dem primären Laterallobus noch 3 Lobenelemente am Umschlag auf. Der davon dem Lateralsattel zunächst liegende kann mit einiger Sicherheit als U_{II} bezeichnet werden, und auch der nächstfolgende Lobus ist mit Rücksicht auf seine Breite und Zerschlitzung als selbständiger Umschlaglobus (U_{IV}) zu deuten, da die Äste eines Suturallobus meist schlankere Form aufweisen, wie an der vorliegenden Form die der Naht zunächst liegende Lobenbildung zeigt. Dieser Darlegung würde die folgende Formel entsprechen:

$$I\,U_I\,U_{III}\,(=S)\,U_{IV}\,U_{II}\,L\,E.$$

An *P. planorbis* Sow. erinnert auch die ausgesprochene suspensive Anordnung der Umschlagloben und die im Verhältnis

zum primären Laterallobus geringe Tiefe des Externlobus. Das gilt jedoch nicht von dem Verhältnis des Externsattels zum Lateralsattel, denn der erstere ist schmäler und höher als der letztere.

Die ganze Art der Zerschlitzung erinnert ebenfalls an die obengenannte Form, doch ist als neu hinzutretendes Merkmal die sekundäre Zerschlitzung des Mittelblattes von e und l zu erwähnen.

Die Anwachsstreifen weisen auf der Externseite eine Vorbiegung auf. Den gleichen Verlauf nehmen die Rippen, die am Punkte der Vorbiegung am stärksten ausgeprägt sind und sich von hier aus nach beiden Seiten verflachen, so daß die Externseite und ein schmaler Streifen an der Naht glatt bleiben.

3. *Aegoceras planicosta* Sow. (Fig. 14).

Eine ziemlich vollständige Entwicklungsserie lieferte ein aus der Umgebung der schwäbischen Ortschaft Heiningen stammendes Exemplar von 17,0 mm Windungshöhe. Abgesehen von dem jüngsten der beobachteten Entwicklungsstadien, das nur rechtsseitig erhalten war, wurde zur Darstellung die linke Hälfte der Lobenlinie gewählt. Zur Ergänzung dieser Serie wurde noch die Alterslobenlinie eines aus der Lime Regis stammenden Stückes von 40,0 mm Durchmesser bei 10,0 mm Windungshöhe wieder gegeben.

Die jüngste der dargestellten Lobenlinien (Abb. A 1) zeigt außer den drei primären Loben bereits einen inneren Umschlaglobus (U_I). Der ventrale der beiden so entstandenen Äste des primären Internsattels erfährt im Laufe der Entwicklung durch Anlage eines äußeren Umschlaglobus (U_{II}) seine weitere Ausgestaltung, während der dorsale Ast nicht gespalten wird (Abb. A 2 und 3).

Der dritte Umschlaglobus (U_{III}) tritt an dem dorsalen der beiden zuletzt herausgebildeten Satteläste auf, die Spaltung des primären Internsattels folgt also dem ventro-alternierenden Modus (Abb. A 4). Auffällig ist an der Entstehung dieses dritten Umschlaglobus, daß er den betreffenden Sattel nicht median spaltet, sondern der Lage der Naht entsprechend dorsal verschoben auftritt[1].

[1] Diese eigenartigen Wachstumsverhältnisse würden, falls sie durch ähnliche Beobachtungen als häufiger vorkommend nachgewiesen, für die systematische Wertung der Suturallobenbildung von größter Bedeutung sein. Denn sie besagen, daß die umbonale Lage von U_{III}, die seine Ausgestaltung zum Suturallobus bedingt, nicht als eine vielleicht zufällige Folge der Wachstumsverhältnisse des Umschlags anzusehen ist, sondern

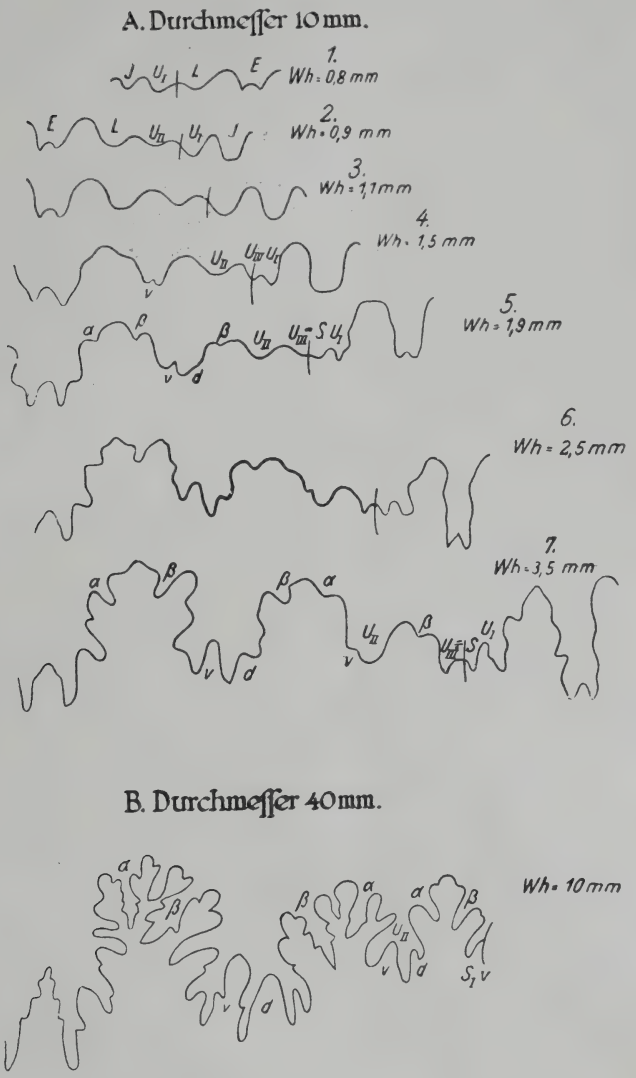


Fig. 14.

Der durch weiteres Wachstum verbreiterte Lobus wird durch Aufwölbung eines Sattels zum Suturallobus ausgestaltet (Abb. A 5

daß sich diese Entwicklung autonom vollzieht und der betreffende Lobus die zur Suturallobenbildung führende symmetrische Lage zur Naht unabhängig von der Lage des durch ihn gespaltenen Sattels einnimmt.

bis 7), dessen beide Äste aber linear bleiben und keine suspensive Anordnung erfahren. Der hier dargestellte Entwicklungsgang würde in der nachfolgenden Formel zum Ausdruck kommen:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,(=S_{Iv}\,S_{Id})\,U_{I}\,I.$$

Von den Loben ragen der Internlobus und der Externlobus am tiefsten herab. Der erstere zeigt die für dies Element typische, extrem schmale Gestalt, aber auch der letztere, der durch Aufwölbung eines anfangs flachen, später sich spitz dachförmig ausgestaltenden Mediansattels gespalten wird, ist ausgesprochen eng und tief. Der weniger tiefe, primäre Laterallobus sowie die Umschlagloben weisen im Altersstadium einen engen Hals auf. Von den Sätteln, die im großen ganzen rechteckigen Umriß zeigen, ragt der Externsattel am höchsten empor.

Die Zerschlitzung zeigt sich zuerst auf der Ventralseite (Abb. A 4), etwas später auf der Dorsalseite (Abb. A 5) und greift von beiden Ausgangspunkten auf die mehr umbonal gelegenen Elemente über.

Der Internlobus wird durch eine mediane Inzision typisch dicranid zerschlitzt. Am Externlobus fallen die seitlichen Zacken durch ihre besonders starke Ausprägung auf. Am primären Laterallobus zeigt die Ventralinzision eine im Verhältnis zur Dorsalinzision verstärkte und beschleunigte Herausbildung. Der Lobus kann deshalb im Stadium der beginnenden Zerschlitzung (Abb. A 4) dicranid erscheinen, doch gibt sich sein triänider Charakter klar zu erkennen, sobald die zweite Inzision hinzutritt (Abb. A 5). Diese Bevorzugung der Ventralinzision macht sich auch im Verlauf der späteren Entwicklung sowie in der Gestaltung der Alterslobenlinie geltend, und der Lobus kann vorübergehend sogar pseudo-dicranide Form annehmen (Abb. A 7). Der zweite Umbonallobus („zweiter Laterallobus" der älteren Terminologie) zeigt ebenfalls eine verstärkte und beschleunigte Ausprägung der Ventralinzision und der entsprechenden Lobenhälfte, was auch in der Alterslobenlinie noch zum Ausdruck kommt. Der innere Umschlaglobus (U_I) wird von vornherein typisch triänid angelegt, die beiden Äste des Suturallobus bewahren dagegen ihre einfache Gestalt.

Die Zerschlitzung der Sättel entspricht dem α/β-Typus, läßt aber an der Alterslobenlinie (Abb. B) eine stärkere Ausprägung

der β-Inzision erkennen. Am Externsattel treten beide Inzisionen gleichzeitig und symmetrisch zur Mediane auf, die stärkere Ausbildung von β macht sich erst sehr spät bemerkbar (Abb. A 7 u. B). Vorübergehend gelangt β durch ventrales Überneigen des Sattels in mediane Lage (Abb. A 6), doch wird diese Anormalität sehr bald wieder ausgeglichen und bleibt für die definitive Ausgestaltung der Lobenlinie bedeutungslos. Am Lateralsattel und an dem Sattel U_{II}/U_{III} zeigt β von vornherein eine beschleunigte und verstärkte Ausprägung. Am Sattel U_I/I entwickelt sich die Ventralinzision am stärksten.

Die Inzisionen, die sowohl am Lobus wie am Sattel als mit den Spitzen nach dem Mittelpunkt des betreffenden Elementes gerichtete Kerben angelegt werden, erfahren sehr bald eine Abrundung. Diejenigen des Sattels weisen an der Alterslobenlinie eine schmale, tiefe Gestalt auf und werden triänid ausgestaltet. Die breiteren Lobeninzisionen behalten dagegen ihre einfache Form und zeigen im Alter höchstens eine Zuspitzung ihres Grundes. Eine weitere Komplikation der Lobenlinie wird herbeigeführt durch Hinzutritt der sekundären Zerschlitzung (Abb. A 6 u. 7; B), die vielfach eine Wiederholung des tripartiten-triäniden Modus darstellt. Charakteristisch für L und U_{II} ist die lange, schmale Form der Mittelzacke und an dem ersteren noch die blattförmige Abschnürung des Grundes der Ventralinzision.

Die inneren Windungen sind glatt und extrem niedermündig, doch nehmen sie an Höhe schneller zu als an Breite, so daß bei etwa 3,5 mm die Windungshöhe gleich der Windungsbreite geworden ist. Die ersten Anlagen von Rippen zeigen sich bei 2,0—2,5 mm Windungshöhe auf den Flanken in Nähe der Naht. Im Verlauf der weiteren Entwicklung wachsen sie ventralwärts und laufen bei 3,0—3,5 mm mit der für die Capricornier charakteristischen Abplattung kontinuierlich über die Externseite hinweg.

4. *Aegoceras bifer* Quenst. (Fig. 15).

Als Untersuchungsobjekte dienten zwei verkieste Exemplare von mittlerer Größe. Das erstere zeigte einen recht guten Erhaltungszustand der Lobenlinien und lieferte eine ziemlich vollständige Entwicklungsserie. Nach Abdeckung der äußeren Windungen blieb eine, die beiden inneren Umgänge umfassende Scheibe von 2,6 mm Durchmesser übrig. An diesem Stück hafteten die

Windungen so fest aneinander, daß der Versuch einer weitergehenden Zerlegung wahrscheinlich zu dessen Zerstörung geführt haben würde. Infolgedessen konnte hier nur die äußere Lobenlinie beobachtet werden. Zur Ergänzung dieser Serie wurden von dem als B bezeichneten, weniger gut erhaltenen Exemplar je ein die Bildung der ersten Umschlagloben und der sekundären Zerschlitzung zeigendes Entwicklungsstadium dargestellt.

Aus der Kombination der beiden Beobachtungsserien läßt sich die Entstehungsfolge der einzelnen Elemente eindeutig feststellen. Das abgebildete Jugendstadium von B weist außer den drei primären Loben einen inneren Umschlaglobus auf, und der ventrale der hierdurch entstehenden Äste des Internsattels zeigt bereits an seinem durch die Naht halbierten Scheitel die Anlage eines zweiten Umschlaglobus. Wenden wir uns nun der Serie A zu, so zeigt die jüngste der vollständig wiedergegebenen Lobenlinien (Abb. 3) bereits die Spaltung des zwischen den beiden ersten Umschlagloben gelegenen Sattels durch die Anlage eines breiten, flachen Lobus, die Herausbildung der Umschlagloben erfolgt also gemäß dem ventro-alternierenden Modus der Sattelspaltung. Außerdem ist gegenüber Abb. B 1 eine geringe Verschiebung der Naht in dorsaler Richtung zu verzeichnen. Dieser Vorgang dauert noch weiterhin an und auf dem nächstfolgenden Stadium (Abb. A 4) halbiert sie den dritten Umschlaglobus, der inzwischen durch Aufwölbung eines Sattels gespalten worden ist. Eine weitere Gliederung des so entstandenen Suturallobus oder suspensive Anordnung seiner Äste wurde nicht beobachtet. Die vorstehend beschriebene Entwicklung findet ihren Ausdruck in der folgenden Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,(=S_{Iv}\,S_{Id})\,U_I\,I.$$

An der ältesten der dargestellten Lobenlinien (B 2) reichen die drei primären Loben etwa gleich tief herab, doch ist der Lateral-lobus von breiter, der Internlobus und Externlobus aber von schmaler, hoher Gestalt. Der letztere wird durch Aufwölbung eines anfangs flachen, späterhin spitz dachförmig werdenden Mediansattels gespalten. Unter den Sätteln ragen vor allem der Extern- und der Internsattel empor, doch ist der erstere breit, der letztere extrem schmal. Der Sattel U_I/U_{III} sowie der in dem Lobus U_{III} sich aufwölbende Sattel bleiben im Wachstum hinter den benachbarten Sätteln weit zurück, so daß ohne Kenntnis der

Ontogenie die beiden Äste von S und U_I zusammen als die drei Zacken eines triäniden Nahtlobus angesehen werden könnten. Diese Deutung findet sich bei QUENSTEDT (vgl. 1885, p. 170 und

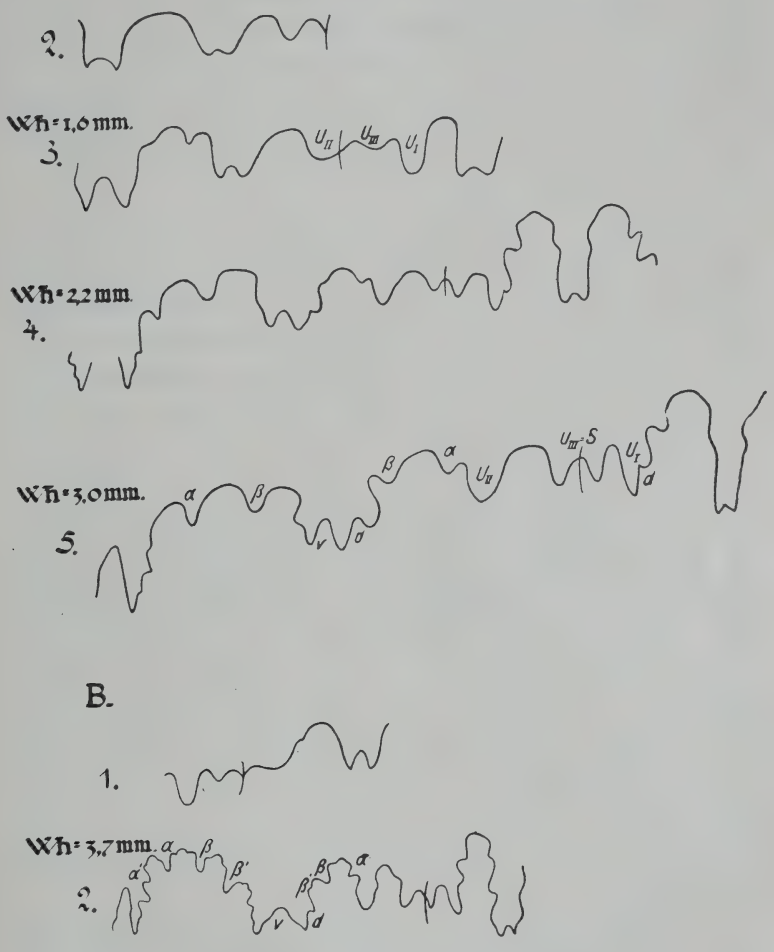


Fig. 15.

Taf. 22 Fig. 11), dem auch der schwierig zu beobachtende Dorsalast von S entgangen ist. Bei den älteren Stadien der Serie A macht sich eine starke Depression der äußeren Loben und Sättel bemerkbar, sie ist ebenso wie die asymmetrische Ausgestaltung von I als individuelle Wachstumsstörung zu betrachten.

Die Zerschlitzung zeigt sich zuerst am primären Laterallobus, während der Externsattel zunächst noch seine einfache Form festhält (Abb. A 2). Auf dem nächsten Stadium (Abb. A 3) ist auch der letztere zerschlitzt und am Externlobus zeigen sich die ersten Anlagen von Seitenzacken. Inzwischen ist auch der Internlobus durch eine mediane Inzision dicranid ausgestaltet worden. Im Verlauf der weiteren Entwicklung greift die Zerschlitzung in kontinuierlicher Folge auf die mehr umbonal gelegenen Elemente über, doch behalten der Suturallobus sowie der Sattel U_I/U_{III} bis zuletzt ihre einfache Form bei.

Bezüglich der vom Grunde der Loben ausgehenden Zerschlitzung wurde schon erwähnt, daß der Internlobus dicranide Ausgestaltung erfährt. An den Flanken des Externlobus bilden sich mehrere Zacken heraus, unter denen jederseits eine als Hauptzacke hervortritt, der ihn spaltende Mediansattel zeigt nur schwache Andeutungen von Zerschlitzung. Die Jugendstadien von A und die Alterslobenlinie von B zeigen typisch dicranide Ausgestaltung des primären Laterallobus, doch zeigen die unter A 4 und A 5 dargestellten Entwicklungsstadien, daß die beiden Abschnitte von L trotz gleichen Aussehens nicht gleichwertig sind, sondern daß der dorsale das Äquivalent der Dorsalzacke + Mittelzacke eines triäniden Lobus darstellt und daß die pseudo-dicranide Form von L aus dem triäniden Typus durch Entwicklungshemmung der Dorsalzacke sowie der entsprechenden Inzision entstanden ist. Es ist dies nur eine konsequente Fortbildung der an *Aegoceras planicosta* Sow. beobachteten Entwicklung. Von den Umschlagloben zeigt U_{II} im Alter Andeutungen einer triäniden Ausgestaltung, an U_I wird nur die dorsale Inzision angelegt, der Suturallobus bleibt dagegen bis zuletzt unzerschlitzt.

Die Zerschlitzung des Externsattels folgt noch dem ursprünglichen α/β-Typus, doch ist ein beschleunigtes und verstärktes Wachstum der dorsalen Teile wahrzunehmen. Ebenfalls ist das an Abb. A 4 wahrzunehmende Überneigen des Sattels zum Externlobus nur eine vorübergehende Erscheinung. Später (B 2) treten am Externsattel noch die Inzisionen α' und β' hinzu. Der Lateralsattel zeigt ebenfalls den α/β-Typus mit etwas stärkerer Ausprägung von β, während die übrigen Sättel keine oder nur unbedeutende Zerschlitzung aufweisen.

Die an dem in Abb. B 2 dargestellten Altersstadium zu beobachtende sekundäre Zerschlitzung der Sattelblätter ist eine Wiederholung der typisch tripartiten Sattelspaltung, ebenfalls erfährt die Ventralzacke von L triänide Ausgestaltung. Doch bleibt der Grund der Hauptinzisionen einfach und auch die Ausgestaltung der Sattelblätter und Lobenzacken erreicht nicht den Grad wie bei *Aeg. planicosta* Sow.

Aeg. bifer Quenst. erweist sich also gegenüber der zuletzt genannten Art als regressiv.

Die inneren Windungen der vorliegenden Spezies sind glatt und ausgesprochen niedrigmündig, doch nimmt die Windungshöhe stärker zu als die Windungsbreite und diese erreicht bei etwa 3 mm Windungshöhe. Die Anwachsstreifen sind auf der Externseite vorgebogen. Die bei 2,5—3,0 mm Windungshöhe auftretenden Flankenrippen setzen bei etwa 3,5 mm Windungshöhe in entsprechender Weise über die Externseite hinweg.

5. *Praederoceras Ziphus* Hehl (Fig. 16, 17).

Eine vollständige Entwicklungsserie lieferte ein aus der Umgegend von Heiningen (Württemberg) stammendes Stück von 17,2 mm Durchmesser. Die linke Hälfte der Lobenlinie war sehr gut erhalten und von der rechten Hälfte konnte wenigstens der Externsattel dargestellt und zum Vergleich herangezogen werden [1].

Das jüngste dargestellte Stadium (Abb. 1) weist außer den drei primären Loben bereits zwei Umschlagloben auf, von denen sich aber der dorsal gelegene durch seine tiefere Ausprägung als der zuerst angelegte zu erkennen gibt. Das nächste Stadium (Abb. 2) läßt die erste Anlage eines den Sattel U_{II}/U_I spaltenden Lobus, der in der Folge (Abb. 3) eine Verbreiterung erfährt, erkennen, die Bildung der Umschlagloben erfolgt also auch in diesem Fall gemäß dem Gesetz der ventro-alternierenden Sattelspaltung. Gleichzeitig hiermit nähert sich der zuletzt angelegte Lobus (U_{III}) immer mehr der Naht. Auf dem in Abb. 4 wiedergegebenen

[1] Die in Fig. 17 dargestellten Alterslobenlinien eines zweiten Exemplares zeigen durchaus entsprechende Verhältnisse, es erübrigt sich also dieses Exemplar zu besprechen, die nachfolgende Darstellung bezieht sich nur auf Fig. 16. Ein Vergleich von Fig. 16 und 17 zeigt die bis ins einzelnste gehende Übereinstimmung der Alterslobenlinien und veranschaulicht somit den systematischen Wert dieses Merkmals.

Stadium zeigt U_{III} symmetrische Lage zur Naht und ist infolgedessen durch Aufwölbung eines Sattels gespalten worden (Suturallobenbildung). Ragten zur Zeit der Anlage von U_{III} die beiden

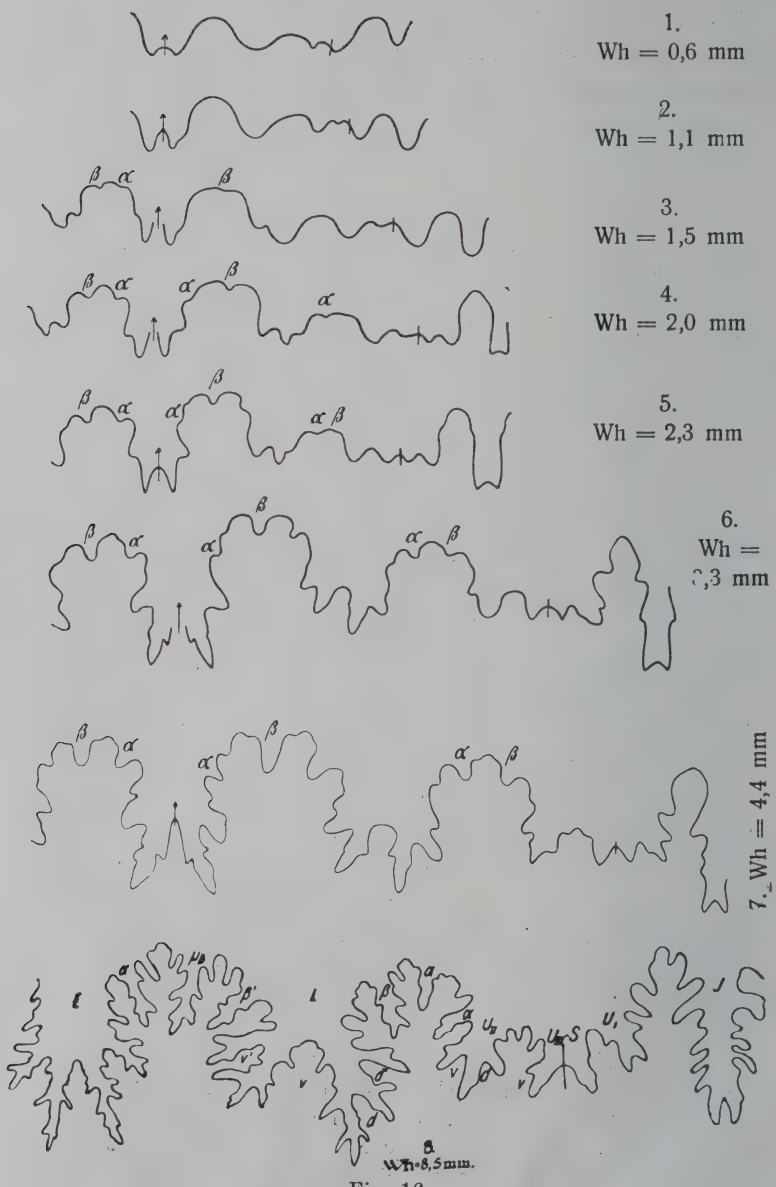


Fig. 16.

Äste des ursprünglichen Sattels U_{II}/U_I noch annähernd gleich hoch empor wie die Nachbarsättel, so lassen sie vom Augenblick der beginnenden Suturallobenbildung an eine relativ starke Hemmung des Höhenwachstums erkennen, so daß an der Alterslobenlinie der ganze zwischen dem Lateralsattel und Internsattel gelegene Abschnitt fast das Aussehen eines breiten, rechteckigen Nahtlobus hat, was für das habituelle Gesamtbild der Lobenlinie

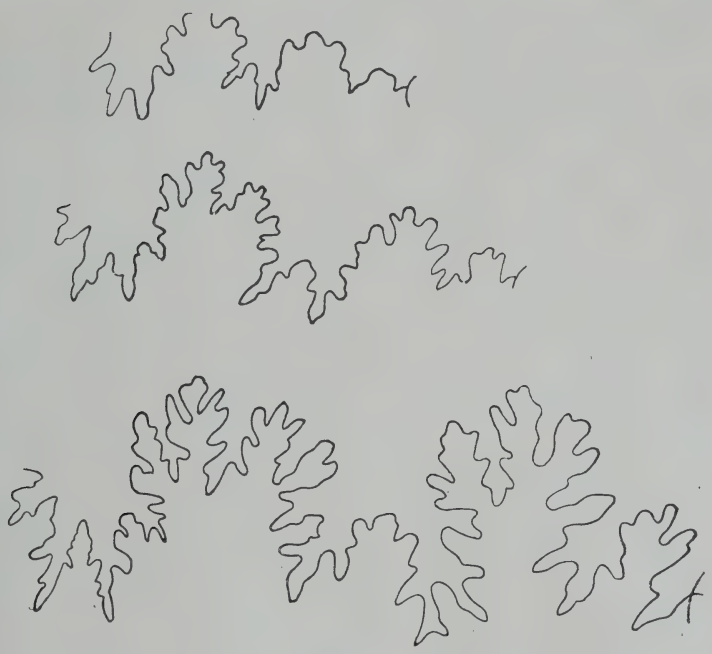


Fig. 17.

nicht ohne Bedeutung ist. Eine weitere Gliederung des Suturallobus oder Vermehrung der Umschlagloben erfolgt nicht, doch nehmen diese Elemente auf älteren Entwicklungsstadien (Abb. 7 und 8) eine suspensive Lage ein. Dem dargelegten Entwicklungsgang würde die nachfolgende Formel entsprechen:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,(=S_{Iv}\,S_{Id})\,U_I\,I.$$

Bezüglich der Größenverhältnisse der Elemente der Alterslobenlinie sei noch bemerkt, daß die drei primären Loben etwa die gleiche Tiefe aufweisen, der durch einen spitz dachförmigen Mediansattel geteilte Externlobus sowie der Internlobus von

schmaler Form sind, der Laterallobus aber breit gestaltet ist. Die Sättel sind, abgesehen vom Internsattel, von breiter, annähernd rechteckiger Gestalt, unter ihnen ragt der Externsattel am höchsten empor.

Die primäre Zerschlitzung macht sich zuerst am Externlobus (Abb. 2), etwas später am Internlobus (Abb. 4) geltend und greift von diesen beiden medianen Loben aus kontinuierlich auf die mehr umbonal gelegenen Elemente über.

Am Externlobus treten frühzeitig zwei große Seitenzacken auf. Sein anfangs flach gewölbter, später sich spitz dachförmig ausgestaltender Mediansattel wird durch zwei annähernd symmetrische Inzisionen gegliedert. Der Internlobus wird durch eine mediane Inzision dicranid ausgestaltet, später treten noch weitere Inzisionen an den Flanken des Lobus auf. Der primäre Laterallobus sowie die Umschlagloben sind triänid, können aber durch Entwicklungshemmungen der Dorsalinzisionen vorübergehend pseudodicranide Gestalt annehmen. Der primäre Laterallobus wird zunächst durch eine Inzision in einen kleineren ventralen und einen größeren dorsalen Abschnitt gegliedert (Abb. 3). An dem letzteren legt sich dann sehr bald auch noch eine dorsale Inzision an, so daß auf dem nächstfolgenden Stadium (Abb. 4) der triänide Grundcharakter sehr klar hervortritt. In der Folge macht sich die schon in der verzögerten Anlage bekundete regressive Tendenz der Dorsalinzision wieder geltend. Eine später noch hinzutretende ventrale Lateralzacke erreicht bald die gleiche Ausdehnung wie die dorsale Hauptzacke, so daß der Lobus auf späteren Entwicklungsstadien (Abb. 6 u. 7) pseudodicranide Gestalt annimmt. Die noch später hinzutretende dorsale Lateralzacke erfährt nur schwache Ausprägung, die an der Dorsalinzision beobachtete Wachstumshemmung erstreckt sich also auf die ganze Dorsalseite des Lobus. An dem Lobus U_{II} zeigt die Dorsalinzision ebenfalls eine im Vergleich zur Ventralinzision verzögerte Herausbildung (Abb. 6), doch wird diese Differenz bald ausgeglichen (Abb. 7) und der Lobus entwickelt sich typisch triänid. An U_I erfährt dagegen die Dorsalinzision verstärkte Ausprägung, und der Lobus nimmt pseudodicranide Gestalt an.

Die beginnende Zerschlitzung der Sättel entspricht dem ursprünglichen α/β-Typus, doch macht sich an der β-Inzision sehr bald eine Wachstumsbeschleunigung geltend. Das beschleunigte

Wachstum dieser Inzision sowie der entsprechenden Sattelhälfte bewirkt, daß β in die Sattelmediane rückt und damit zu μ_β wird. An dem rechten Externsattel des untersuchten Exemplars, der diesen Entwicklungsgang besonders klar erkennen läßt, sind in der Jugend zwei annähernd gleich stark ausgeprägte, zueinander symmetrisch gelegene Inzisionen, deren Achsen gegen die Sattelmediane um den gleichen Winkel geneigt sind, vorhanden (Abb. 3 und 4). Schon das nächste Stadium (Abb. 5) zeigt eine tiefere Ausprägung der β-Inzision, vor allem aber ein beschleunigtes Wachstum des Dorsallappens, der jetzt bedeutend breiter ist als der Mittellappen und Ventrallappen und der bereits die Anlage einer Inzision erkennen läßt, während die beiden letzteren noch die ursprüngliche, einfache Form besitzen. Die folgenden Glieder der Serie zeigen das stetige Fortwirken dieser Verhältnisse. Die β-Inzision rückt in die Sattelmediane (Abb. 7), ihre Achse fällt bereits annähernd mit dieser zusammen, die zuletzt entstandene Inzision β' hat fast den gleichen Grad der Ausprägung wie die α-Inzision erreicht und der Sattel gelangt somit wieder zu symmetrischer Gestalt, doch liegt jetzt eine Inzision in der Symmetrielinie, während auf jugendlichen Stadien das Mittelblatt diesen Platz einnahm. Der linke Externsattel macht dieselbe Entwicklung durch, doch findet sie schon auf jugendlicherem Stadium und in beschleunigtem Tempo statt. Am Lateralsattel wird β zwar voreilig angelegt und stärker ausgeprägt als α, nähert sich aber nicht so sehr der Sattelmediane, wie das am Externsattel zu beobachten ist.

Die Inzision der Loben und Sättel, die bei ihrer Anlage auf den Mittelpunkt der betreffenden Elemente gerichtete Spitzen aufweisen, erfahren zunächst eine Abrundung. Weiterhin macht sich aber eine ausgesprochene Divergenz in der Ausgestaltung der Sattel- und Lobeninzisionen geltend. Die ersteren werden ähnlich wie ein triänider Lobus zerschlitzt, die letzteren nehmen ganz die Gestalt eines typisch tripartiten Sattels an (vgl. die Ventralinzision von L in Fig. 16 Abb. 8).

Auch die Entwicklung von Form und Skulptur bietet manches Beachtenswerte. Die inneren Windungen etwa bis Wh = 1,5 mm sind extrem niedrigmündig und glatt. Es bilden sich dann auf den Flanken Rippen heraus, die etwa bei Wh = 2,0—2,5 mm die Externseite in einem nach vorn konvexen Bogen überschneiden. Sie zeigen bei einer Windungshöhe von etwa 3—5,5 mm auf der

Externseite die gleiche Art der Abplattung, wie sie für die Capricornier charakteristisch ist, und die vorliegende Form ist auf diesem Entwicklungsstadium nur äußerst schwer von den vorgenannten Formen zu unterscheiden. In der Folge wird die Ausprägung und Vorbiegung der Rippen auf der Externseite immer geringfügiger, gleichzeitig bildet die Mehrzahl der Rippen in Nähe der Externkante Stachelknoten heraus. Bei Wh = 8,5 mm sind die bewehrten Rippen auf den Flanken noch recht stark ausgeprägt, die unbewehrten dagegen nur noch schwach angedeutet. Im Laufe der Entwicklung nähern sich die Größen von Windungshöhe und Windungsbreite einander, doch wird die Breite von der Höhe nicht ganz erreicht.

6. *Deroceras densinodum* Quenst. (Fig. 18).

Der Erhaltungszustand des untersuchten Exemplars war der Beobachtung der Lobenlinie weniger günstig. Es wurde, da noch relativ am besten erhalten, deren linke Hälfte dargestellt.

Die jüngste Lobenlinie, die der Beobachtung zugänglich war (Abb. 1), weist schon außer den primären Elementen drei Umschlagloben auf, doch ist deren Entstehungsfolge noch eindeutig festzustellen. Als der zuletzt entstandene kann nur der noch in der frühsten Entwicklung begriffene mittlere bezeichnet werden. Von den beiden andern gibt sich der dorsal gelegene, durch seine tiefere Ausprägung als der zuerst angelegte zu erkennen, die Herausbildung der Umschlagloben entspricht also dem ventro-alternierenden Modus. In der Folge wandert U_{III} dorsalwärts, bis es auf die Naht zu liegen kommt. Diese neue Lage bedingt bei weiterem Wachstum des Umschlags, wie schon früher genauer erörtert wurde, die Spaltung des betreffenden Lobus durch Aufwölbung eines Sattels, U_{III} wird also zum Suturallobus. Auf dem in Abb. 2 dargestellten Entwicklungsstadium ist dieser Vorgang bereits erfolgt, doch ist zu beachten, daß die Naht nicht mit der Mittellinie von U_{III} zusammenfällt, sondern durch den dorsalen Ast des daraus entstandenen Suturallobus verläuft. Dieser Entwicklungsgang findet seinen Ausdruck in der nachfolgenden Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,(=S_{Iv}\,S_{Id})\,U_I\,I.$$

Wie bei den zuvor beschriebenen Formen reichen der Internlobus und der Externlobus etwa gleich tief herab. Der erstere

zeigt die durch seine Lage bedingte charakteristische, extrem schmale Gestalt, aber auch der letzte ist ziemlich hoch und eng. Der primäre Laterallobus steht auf jugendlichem Entwicklungsstadium an Größe weit hinter den soeben genannten Loben zurück, erreicht aber später nahezu die gleiche Tiefe wie diese (Abb. 4). Die in der Jugend normalen Umschlagloben sowie die Äste des Suturallobus nehmen später eine suspensive Lage ein. Die Sättel sind, abgesehen vom Internsattel, von breiter, annähernd recht-

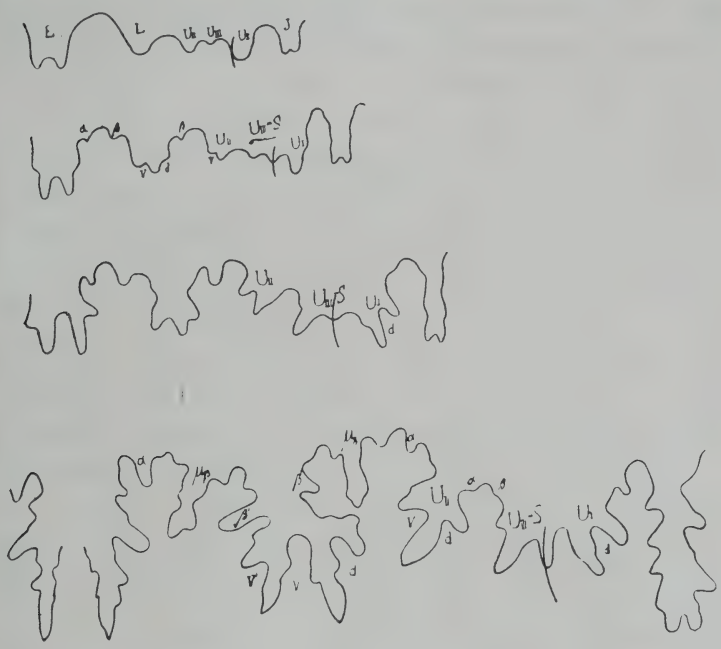


Fig. 18.

eckiger Gestalt, womit die enge, halsartige Mündung der Loben in Zusammenhang steht. Der Lateralsattel ist im Alter etwas höher als der Externsattel. Die Äste des durch Anlage von U_{III} gespaltenen Sattels bleiben vom Augenblick der Sattelaufwölbung in U_{III} hinter den Nachbarsätteln im Höhenwachstum zurück, so daß der zwischen den Sätteln U_{II}/U_{III} und U_I/I gelegene Abschnitt der Lobenlinie später wie ein einziger breiter Nahtlobus erscheint.

Die Zerschlitzung beginnt bei Wh = 1,0 mm am Internlobus mit Anlage einer medianen Inzision und unmittelbar

darauf auch am Externlobus und den ihm benachbarten Elementen. Von diesen beiden Ausgangspunkten rückt die Zerschlitzung kontinuierlich in umbonaler Richtung vor. Der Externlobus wird durch einen spitz-dachförmigen Mediansattel in zwei lange, schmale Äste gespalten, außerdem kommt es noch zur Bildung von zwei kräftigen Seitenzacken. Bei allen übrigen Loben, soweit sie nicht ihre einfache Gestalt bewahren, entspricht die Zerschlitzung dem triäniden Typus. Dies ist in deutlicher Weise am primären Lateral-lobus zu erkennen (Abb. 2), doch nimmt dieser Lobus infolge stärkeren Wachstums der Ventralzacke sehr bald pseudo-dicraniden Charakter an (Abb. 3 und 4). Auch an U_{II} zeigt die Ventralinzision anfangs eine beschleunigte und verstärkte Ausprägung (Abb. 2 und 3), doch wird der Unterschied zwischen der Ventral- und Dorsalinzision sehr bald wieder ausgeglichen, und der Lobus zeigt auf späteren Stadien die typisch triänide Form. Anfänge triänider Zerschlitzung sind außerdem noch an U_I zu beobachten, während die Äste des Suturallobus ihre einfache Form bewahren. Die Zerschlitzung des Externsattels entspricht auf jugendlichem Stadium (Abb. 2) dem α/β-Typus, die hier nur angedeutete Bevorzugung von β und des entsprechenden Sattelblattes macht sich im Verlauf der Entwicklung immer mehr geltend und bewirkt eine Verschiebung der betreffenden Inzision in die Mediane des Sattels.

Entsprechende Vorgänge sind am Lateralsattel zu beobachten, doch kommt hier die Wachstumsverzögerung von α schon einer Unterdrückung dieser Inzision nahe. Der Sattel U_{II}/U_{III} sowie der Internsattel zeigen den α/β-Typus, letzterer allerdings in etwas verzerrter Form. Die Inzisionen werden als Kerben, deren Spitzen gegen den Mittelpunkt der betreffenden Elemente gerichtet sind, angelegt, erfahren aber sämtlich eine Abrundung. Eine ausgeprägte Ausgestaltung wurde nur an den β-Inzisionen des Externsattels und Lateralsattels, die triänide Differenzierung zeigen, sowie an der Ventralinzision des Laterallobus, dessen Grund blattförmig abgeschnürt wird, beobachtet. Eine weitere Komplikation der Lobenlinie wird durch sekundäre Zerschlitzung der durch die primären Inzisionen abgegliederten Blätter und Zacken herbeigeführt. Sie ist vor allem am Extern- und Laterallobus sowie an den gleichnamigen Sätteln zu beobachten und stellt eine sekundäre Wiederholung des triäniden-tripartiten Typus dar. An der Alterslobenlinie sind die Sattelblätter von breiter Form, die Loben-

blätter (-zacken) aber sehr schmal, vor allem die Mittelzacken des Externlobus und des primären Laterallobus.

Die inneren Umgänge sind glatt und extrem niedrigmündig. Bei etwa 1,5 mm Windungshöhe treten einfache, nicht armierte Flankenrippen auf. Im Verlauf der weiteren Entwicklung wachsen diese ventralwärts und überschneiden die Externseite (allerdings hier nur schwach ausgebildet) fast geradlinig. Bei etwa 2,6 mm Windungshöhe wird die Knotenbildung der Rippen an der Externkante eingeleitet. Die Knoten prägen sich immer stärker aus, wogegen die Rippen rückgebildet werden und bei 5,4 mm Windungshöhe nur noch auf den Flanken schwach angedeutet sind.

7. *Deroceras Maugenestii* d'Orb. (Fig. 19).

Das für die Untersuchung verwandte Exemplar stammte von den Cotteauds près d'Amard und maß im Durchmesser 28,9 mm. Der Erhaltungszustand der Lobenlinien war sehr ungleich. Es wurde, da noch mit am besten sichtbar, die rechte Hälfte zur Darstellung gebracht, mit Ausnahme des jüngsten Stadiums, wo die linke Hälfte am besten erhalten war.

Die jüngste, vollständig dargestellte Lobenlinie (Abb. 2) weist außer den drei primären Elementen bereits eine Anzahl von Umschlagloben auf. Die genau symmetrische Lage der beiden inneren Loben zur Naht legt es nahe, sie als die Äste eines durch einen Nahtsattel gespaltenen Lobus aufzufassen, welche Annahme auch ihre Bestätigung findet, denn das nächste Stadium (Abb. 3) zeigt das typische Bild eines Suturallobus. Der auf dem vorigen Stadium noch einfache Nahtsattel ist inzwischen durch einen Lobus gespalten und der letztere durch Aufwölbung eines neuen Sattels geteilt worden. Die Alterslobenlinie (Abb. 4) zeigt weder neu hinzutretende Elemente noch eine weitere Differenzierung des Suturallobus. Da die Bildung der Umschlagloben stets dem ventro-alternierenden Modus entspricht, so kommen wir zu der folgenden Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,(=S_{I_v}\,S_{II_v}\,S_{II_d}\,S_{I_d})\,U_I\,I.$$

Auf jugendlichen Entwicklungsstadien ist L bedeutend flacher als E, doch wird dieser Unterschied allmählich ausgeglichen und an der Alterslobenlinie reichen beide etwa gleich tief herab. Der durch Aufwölbung eines spitzdachförmigen Mediansattels ge-

spaltene Externlobus ist zwar auch hier höher als breit, doch nicht so eng wie bei den voraufgehenden Formen. Die Sättel sind von rechteckiger Form, am stärksten entwickelt sind unter ihnen der Externsattel und der Lateralsattel. Der erstere ragt am höchsten

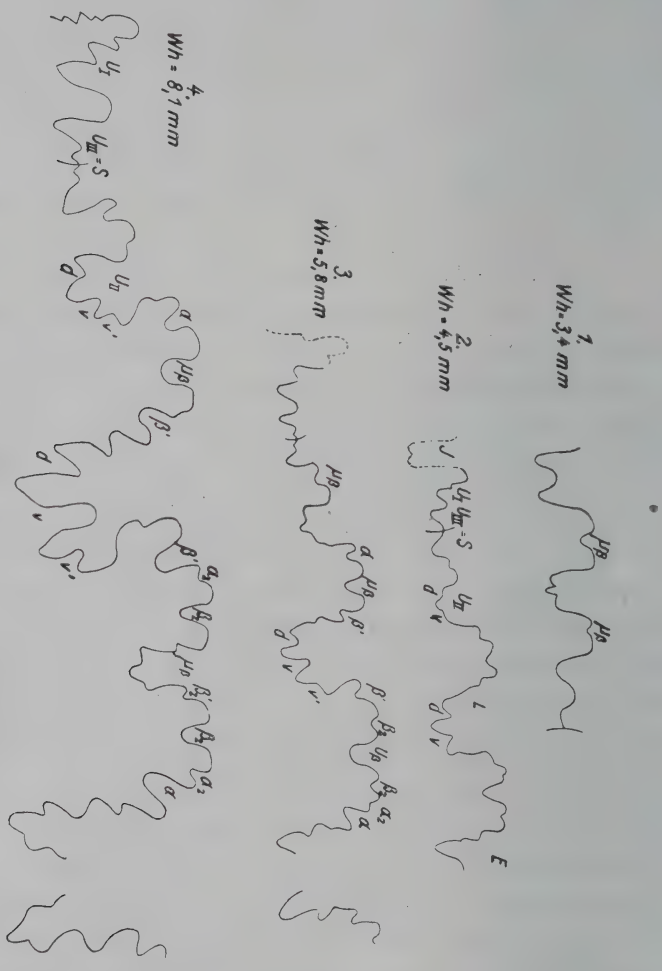


Fig. 19.

empor und zeichnet sich durch ungewöhnliche Breite aus. Die in der Jugend linearen Umschlagloben zeigen sehr bald suspensive Anordnung.

Die Zerschlitzung wird zuerst auf der Ventralseite, etwas später auf der Dorsalseite wahrgenommen, sie greift von beiden Punkten auf die mehr umbonal gelegenen Elemente über. Die

als Kerben auftretenden Inzisionen erfahren sehr bald eine Abrundung. Noch weitergehende Ausgestaltung wurde nur an der Medianinzision des Externsattels, die bei Wh = 8,1 mm einem triäniden Lobus ähnelt, beobachtet (Abb. 4). Am Externlobus wird jederseits eine Hauptzacke herausgebildet, doch treten diese an der Alterslobenlinie nicht stärker hervor. Der primäre Lateral-lobus sowie der äußere Umschlaglobus (U_{II}) zeigen im Stadium der beginnenden Zerschlitzung sehr klar den triäniden Typus (Abb. 1 und 2). Doch nehmen diese beiden Loben sehr bald pseudodicranide Gestalt (Abb. 3 und 4) an, indem die Ventral-zacke beschleunigtes Wachstum und Zerschlitzung erfährt, die Dorsalzacke aber noch ihre einfache Form bewahrt. Der innere Umschlaglobus ist auf dem in Abb. 4 dargestellten Stadium in zwei ungleiche Äste gespalten, der größere ist als Äquivalent der Mittel- und Ventralzacke, die infolge verzögerter Anlage der Ventralinzision noch nicht gesondert sind, aufzufassen. Die Äste des Suturallobus sind auf diesem Stadium noch unzerschlitzt.

Eine vergleichende Betrachtung der zuvor beschriebenen Entwicklungsserien zeigt, daß die Umwandlung von β in eine Medianinzision auf um so früherem Stadium geschieht, je geologisch jünger die betreffende Form ist, womit sich das law of acceleration bestätigt. Bei der vorliegenden Form zeigt die Zerschlitzung des Externsattels den Grenzfall dieser Entwicklung, indem bereits die erste Anlage von β mediane Lage einnimmt und ihre Mittellinie von vornherein der Sattelmediane gleich gerichtet ist. Es liegt in der Natur dieses Falles, daß die Ontogenie für diese Umwandlung keine Anhaltspunkte mehr liefert, es könnte sich also auch um eine unabhängig von α und β entstandene Inzision handeln. Aufschlüsse hierüber sind von der Untersuchung des Lateralsattels und der Umschlagsättel zu erwarten, denn die Ontogenie der zuvor beschriebenen Formen zeigte, daß die Umwandlung von β zu μ_β am Lateralsattel und den Umschlagsätteln phylogenetisch und ontogenetisch später einsetzte als am Externsattel. Diese Erscheinung ist auch am Lateralsattel der vorliegenden Form zu beobachten. Auf dem jüngsten zur Darstellung gebrachten Stadium (Abb. 1) wird er durch eine asymmetrische, β entsprechend gelegene Inzision geteilt. Auf dem nächsten Stadium sind bereits α und β' hinzugetreten, $\bar{\beta}$ hat noch nicht vollständig mediane

Lage eingenommen. (Bei der Betrachtung dieses Sattels ist dessen suspensive Stellung zu berücksichtigen.) Noch eindeutiger liegen die Verhältnisse an dem Sattel U_{III}/U_{II}; dieser wird durch die erste Anlage von β in einen kleineren dorsalen (Dorsalblatt) und einen bedeutend größeren ventralen Abschnitt (Mittelblatt und Ventralblatt) geteilt (Abb. 2), welcher letztere auf einem späteren Stadium (Abb. 4) gegliedert wird. Bei Berücksichtigung der Entwicklung der beiden zuletzt betrachteten Sättel steht die Ableitung der medianen Inzision von β außer Zweifel. Symmetrisch dazu liegen α und β', welche letztere Inzision jetzt die ursprüngliche Lage von β einnimmt. An den Sattelblättern wiederholt sich sekundär der gleiche Modus der Zerschlitzung (Abb. 4). Der Sattelabschnitt β'/β wird durch eine schwächere und eine stärker ausgeprägte, nahezu in der Mittellinie dieses Blattes gelegene Sekundärinzision tripartit zerschlitzt. Das gleiche geschieht mit dem ventral von β gelegenen Blatt, auch hier ist die β zunächst gelegene Sekundärinzision am stärksten ausgeprägt. Der Sattel hat somit wieder eine vollkommen symmetrische Gestalt erlangt. Die beginnende sekundäre Zerschlitzung der Lobenblätter (-zacken) ist an denjenigen des Externlobus, die in Abb. 4 deutlich triänide Ausgestaltung zeigen, zu erkennen. Noch weitergehende Zerschlitzung der sekundären Blätter und Inzisionen führt zu der reich zerschlitzten Alterslobenlinie (vgl. Quenstedt 1883, Tab. 35 Fig. 16).

Bereits die jüngste der erhaltenen Windungen weist bei 2,4 mm Windungshöhe einen deutlichen Kiel sowie Andeutungen von Flankenrippen auf, die bei 3,0 mm Windungshöhe an der Externkante Knotenbildungen zeigen. Von etwa 5 mm Windungshöhe ab macht sich eine Rückbildung der Knoten bemerkbar. Die Windungshöhe ist etwas größer als die Windungsbreite, das Verhältnis dieser beiden Größen ist an den untersuchten Windungen (Windungshöhe: 2,4—8,1 mm) annähernd konstant.

8. *Ophioceras raricostatum* v. Ziet. (Fig. 20—22).

An dem für die Untersuchung zur Verfügung stehenden Material waren die inneren Windungen meistens nicht erhalten, doch konnte an 3 Exemplaren der Entwicklungsgang der Lobenlinie ziemlich lückenlos beobachtet werden, wie die folgenden Figuren zeigen:

Fig. 20. Nach einem Exemplar aus der Gegend von Oelber.
Fig. 21. Nach einem Exemplar aus der Gegend von Balingen.
Fig. 22. Nach einem Exemplar unbekannter Herkunft.

Am wenigsten lückenhaft ist die in Fig. 20 wiedergegebene Entwicklungsserie, doch weist auch hier die jüngste[1], vollständig dargestellte Sutur (Fig. 20 Abb. 2) außer den primären Loben (E, L und I) bereits 3 Umschlagloben auf, deren Entstehungsfolge aber noch zu erkennen ist. Denn der innere, neben I gelegene Umschlaglobus gibt sich, da es sich hier noch um ein sehr frühes Stadium

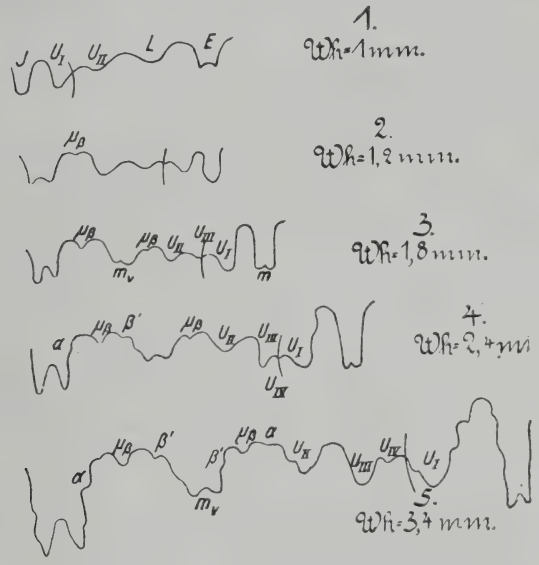


Fig. 20.

(Wh = 1,2 mm) handelt, durch seine größere Tiefe als der zuerst herausgebildete zu erkennen, während der mittlere, auf der Naht, der Bildungszone neuer Elemente gelegen, noch im ersten Bildungsstadium begriffen ist; die Anlage der 3 Umschlagloben entspricht somit dem Gesetz der ventro-alternierenden Sattelspaltung. Das nächste Stadium (Fig. 20 Abb. 3) läßt bereits den Beginn der für die spätere Ausgestaltung der Lobenlinie ausschlaggebenden Wachstumsvorgänge erkennen, nämlich U_{III} wird stärker ausgeprägt und der dorsale Ast des zuletzt gespaltenen Sattels bleibt

[1] Ein noch jüngeres Stadium der rechten Seite ist in Abb. 1 wiedergegeben.

im Höhenwachstum zurück. Auf dem nächsten der dargestellten Entwicklungsstadien (Abb. 4) hat U_{III} annähernd die gleiche Tiefe wie U_I erreicht und der zwischen diesen beiden gelegene Sattel, der seinerseits wieder durch einen Lobus (U_{IV}) gespalten worden ist, erreicht kaum noch die halbe Höhe von U_{II}/U_{III}. Ohne Kenntnis der vorausgehenden Entwicklung würde man wahrscheinlich U_{III} als Ast eines durch Aufwölbung eines Sattels gespaltenen U_I ansehen, wenn auch U_{III} und U_I sich trotz gleicher Tiefe durch den verschiedenen Grad der Ausgestaltung unterscheiden. Dies tritt noch deutlicher hervor an Abb. 5, wo U_{III}

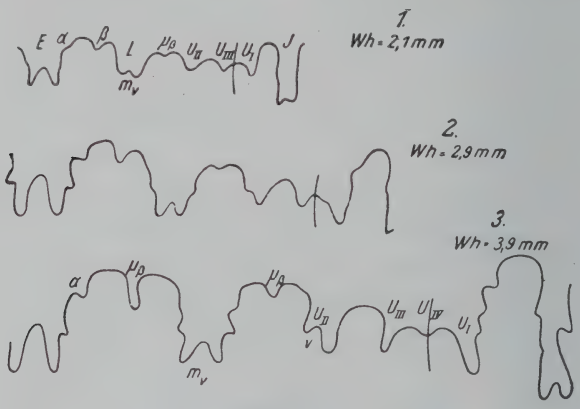


Fig. 21.

noch glatte Umrandung zeigt, während U_I bereits die beginnende Zerschlitzung erkennen läßt. Auffällig ist auch das Auftreten von U_{IV}[1], denn gemäß dem für die Entstehungsfolge von U_I bis U_{III} geltenden Gesetz der ventro-alternierenden Sattelspaltung müßte sich U_{IV} auf dem Scheitel des Sattels U_{II}/U_{III} anlegen. Der Umstand, daß sowohl U_{III} wie U_{IV} an dem Dorsalast des zuvor gespaltenen Sattels auftreten, bedeutet den Übergang zur dorsalen einfachen Sattelspaltung, es liegt hier also der Fall einer „gemischten Sattelspaltung" (vgl. Fig. 8) vor. Zu beachten ist auch das Wandern der Naht, die zunächst (Abb. 2) durch die

[1] Diese Eindellung als mediane Inzision des Sattels U_{III}/U_I zu deuten ist nicht angängig, da zur Zeit deren Anlage die Zerschlitzung weder von der Dorsalseite noch von der Ventralseite her bis zur Naht vorgedrungen ist. Für die Deutung als Lobus spricht auch die genau umbonale Lage und die flach gerundete Form dieser Einsenkung zur Zeit ihrer Anlage.

Mitte von U_{III} verläuft, auf dem nächsten Stadium (Abb. 3) aber dessen dorsalen Schenkel schneidet. Später (Abb. 4) verläuft sie durch den neu hinzutretenden U_{IV}, über den sie aber in der Folge auch hinwegschreitet und sich U_I nähert (Abb. 5).

Durchaus entsprechende Verhältnisse zeigt Fig. 21, während die in Fig. 22 dargestellte Entwicklung hiervon etwas abweicht. In dem letzteren Falle wird anfangs (Fig. 22 Abb. 1) U_{III} ziemlich stark ausgeprägt und das Wachstum des Sattels U_{III}/U_I verzögert,

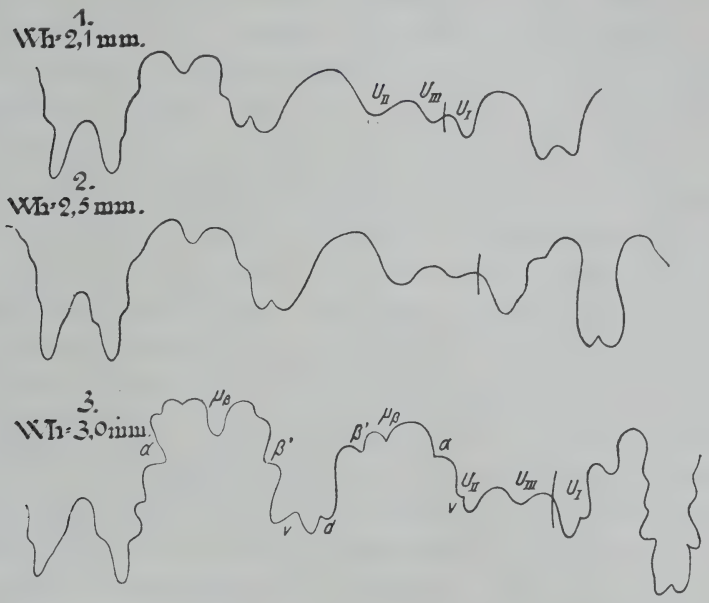


Fig. 22.

sehr bald geschieht aber das gleiche mit dem Sattel U_{II}/U_{III} und auch der Lobus U_{III} bleibt an Tiefe hinter U_{II} bedeutend zurück (Fig. 22 Abb. 2 u. 3). Die Anlage eines vierten Umschlaglobus wurde in diesem letzteren Fall nicht beobachtet.

Dem oben geschilderten Entwicklungsgang entspricht die Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,U_{IV}\,U_I\,I.$$

Unter den Loben ragen in allen Fällen E und I, die beide von schmaler, hoher Form sind, am tiefsten herab, L erreicht meist nicht viel mehr als deren halbe Tiefe. Der Externsattel und der Lateralsattel haben annähernd die gleiche Höhe.

Die Zerschlitzung zeigt sich zunächst auf der Ventralseite, später auch auf der Dorsalseite, und rückt von diesen beiden Ausgangspunkten kontinuierlich gegen die Naht vor. Sowohl die Lobeninzisionen wie die Sattelinzisionen werden als Kerben, deren Spitzen gegen die Mittelpunkte der betreffenden Elemente gerichtet sind, angelegt, erfahren später aber eine Abrundung. Der Internlobus wird durch eine mediane Inzision dicranid zerschlitzt. Am Externlobus wird jederseits eine Seiteninzision angelegt (Fig. 21 Abb. 2, Fig. 22 Abb. 1 und 2), doch kommt es nicht zur Herausbildung stärkerer Seitenzacken. Der diesen Lobus spaltende Mediansattel nimmt spitzdachförmige Gestalt an und wird durch zwei symmetrisch zueinander liegende Inzisionen triänid geteilt (Fig. 22 Abb. 2). In der ersten Serie (Fig. 20) wird L durch eine in der Mitte des Lobengrundes auftretende Inzision in zwei fast gleiche Abschnitte gegliedert (Fig. 20 Abb. 3) und in der Folge typisch dicranid ausgestaltet. U_{II} wird an dem gleichen Stück triänid zerschlitzt, doch erfährt die Ventralinzision eine bedeutend stärkere Ausprägung. Diese Beobachtung führt notwendig dazu, die dicranide Gestalt des primären Laterallobus von dem triäniden Typus in der Weise abzuleiten, daß die Ventralinzision und das Ventralblatt in ihrem Wachstum beschleunigt, die Dorsalinzision aber unterdrückt worden ist. Diese Deutung findet ihre Bestätigung durch die in Fig. 22 wiedergegebenen Beobachtungen, denn dort gliedert sich L zunächst in einen kleineren ventralen Abschnitt (Ventralzacke) und einen größeren dorsalen Abschnitt (Fig. 22 Abb. 1 und 2), der durch eine später noch hinzutretende Dorsalinzision in Mittelzacke und Dorsalzacke gesondert wird (Fig. 22 Abb. 3). Die letztere Abbildung läßt deutlich den triäniden Grundtypus hervortreten, doch ist ähnlich wie bei *Aegoceras* und *Deroceras* durch stärkere Ausprägung der Ventralzacke und Rückbildung der Dorsalzacke der Übergang zur pseudodicraniden Ausgestaltung gegeben. U_{II} wird an dem gleichen Stück ebenfalls zunächst in einen kleineren Ventralabschnitt und einen größeren Dorsalabschnitt (Mittelzacke und Dorsalzacke) gesondert.

Die Zerschlitzung der Sättel wird beherrscht durch eine auf β zurückzuführende Medianinzision (μ_β). An dem ersten Beispiel (Fig. 20) zeigt der Lateralsattel die ursprünglichsten Verhältnisse. Er wird zunächst durch eine ventral gelegene Inzision in einen

kleineren ventralen Abschnitt und einen breiteren, höheren Dorsalabschnitt gegliedert (Fig. 20 Abb. 3 und 4) und bietet auf diesem Stadium das auch in anderen Fällen beobachtete Bild eines tripartiten Sattels, an dem sich die Anlage der einen Inzision verzögert. Später (Fig. 20 Abb. 5) tritt auch noch die den dorsalen Abschnitt in Mittelblatt und Dorsalblatt sondernde α-Inzision hinzu. Der Externsattel wird zunächst durch eine genau median auftretende Inzision (Fig. 20 Abb. 2), die wir nach den am Lateralsattel gemachten Beobachtungen nur als μ_β ansprechen können, gegliedert. Im Verlauf der weiteren Entwicklung treten noch die Inzisionen α und β' hinzu (Fig. 20 Abb. 4). Eine Bestätigung findet diese Deutung durch die in Fig. 21 dargestellte Entwicklungsserie, wo der Externsattel auf dem jüngsten Stadium unverkennbar den α/β-Typus zeigt. Allerdings ist β stärker ausgeprägt als α und der Mediane bereits genähert, was in der Folge immer mehr hervortritt. Bei 3,9 mm Windungshöhe hat β fast mediane Lage und außergewöhnlich schmale, tiefe Form angenommen, das Dorsalblatt hat nahezu die gleiche Höhe wie das Mittelblatt, das Ventralblatt sowie die α-Inzision sind im Wachstum zurückgeblieben und in symmetrischer Lage zu der letzteren hat sich β' angelegt. Der Lateralsattel wird dagegen durch eine auffälligerweise von vornherein median auftretende Inzision gegliedert. Fig. 22 zeigt ebenfalls an e ein μ_β und daneben symmetrisch zueinander gelegen α und β'. Ein sowohl in bezug auf Gestalt wie Art der Zerschlitzung abweichendes Bild bietet in allen drei Fällen der Internsattel. An ihm fällt vor allem eine ventral vom Scheitel gelegene Inzision auf. Die entsprechende Dorsalinzision ist viel schwächer und wird auch später angelegt.

Die sekundäre Zerschlitzung ist nur unbedeutend. In Fig. 22 Abb. 3 ist das zwischen α und μ_β gelegene Blatt des Externsattels in drei Sekundärblättchen, das zwischen μ_β und β' gelegene in zwei Sekundärblättchen gegliedert. Außerdem wurde nur noch in Fig. 20 Abb. 5 eine sekundäre Zerschlitzung des zwischen α und μ_β gelegenen Blattes beobachtet.

Die von Quenstedt (1883—85, Tab. 23 Fig. 30 und 31) abgebildeten Lobenlinien stimmen in ihrem Aufbau mit den hier wiedergegebenen Beobachtungen vollkommen überein, und zwar schließt Fig. 30 mehr an Fig. 20 und 21, Fig. 31 an Fig. 22 dieser Arbeit an. Die Quenstedt'schen Abbildungen zeigen kaum

einen wesentlich weiter fortgeschrittenen Grad der Zerschlitzung als die an dieser Stelle gegebenen, nur die β-Inzision des Externsattels der Fig. 30, die der entsprechenden Inzision von Fig. 20 Abb. 3 sowohl in bezug auf Lage wie Form auffallend ähnelt, zeigt Anfänge triänider Differenzierung.

Bezüglich Form des Windungsquerschnittes und Skulptur wurden die im folgenden wiedergegebenen Beobachtungen gemacht.

A. (Fig. 20.)

1. Wh = 1,2 mm; Wb = 1,6 mm: deutliche kurze Rippenanlagen in Nähe der Naht.
2. Wh = 1,8 mm, Wb = 2,4 mm: Rippen auf den Flanken stark ausgeprägt, die flache Externseite nur eben wahrnehmbar in flachem Bogen überquerend.
3. Wh = 2,6 mm; Wb = 3,6 mm: Skulpturierung ähnlich wie bei 2.
4. Wh = 3,4 mm; Wb = 4,3 mm: Rippen, die Externseite fast gradlinig kreuzend.
5. Wh = 3,7 mm; Wb = 5,2 mm: Auftreten einer, durch flache Winkelung der Externseite gebildeten Kiellinie.

B. (Fig. 21.)

1. Wh = 2,1 mm; Wb = 3,0 mm: Rippen vorhanden, Externseite flach.
2. Wh = 2,9 mm; Wb = 4,0 mm: Externseite flach gewinkelt.
3. Wh = 3,9 mm; Wb = 6,3 mm: Rippen auf den Flanken stark ausgeprägt, in schwacher Ausprägung bis an die Kiellinie zu verfolgen.
4. Wh = 4,2 mm; Wb = 6,8 mm (Wohnkammer): Skulptur wie bei 3.

C. (Fig. 22.)

1. Wh = 1,2 mm; Wb = 1,7 mm: Externseite glatt, Rippen auf den Flanken stark ausgeprägt.
2. Wh = 2,1 mm; Wb = 3,2 mm: Rippen auf den Flanken kräftig ausgeprägt, die ebene Externseite in flachem Bogen und nur eben wahrnehmbar überkreuzend.
3. Wh = 3,3 mm; Wb = 5,2 mm: Rippen auf der Externseite deutlich ausgeprägt und vorgezogen, hinter jeder Rippe auf der Externseite 1—3 schwache Schaltrippen. Externseite flach gewinkelt, aber ohne deutlich ausgeprägte Kiellinie.

Alle drei Exemplare werden also mit zunehmendem Alter immer niedrigmündiger. Die Rippen bilden sich bei Wh = 1,2 mm auf den Flanken heraus, wo sie sich stark ausprägen, während sie auf der Externseite (von etwa Wh = 2 mm ab wahrnehmbar) verflachen und eine schwache Vorbiegung aufweisen. Erst bei 3,0—3,5 mm Windungshöhe bildet sich auf der Externseite eine Kiellinie heraus. Sie stellt die Firstlinie der flach gedachten Externseite dar.

9. *Arietites Sauzeanus* d'Orbigny (Fig. 23).

Das zur Untersuchung verwandte Stück ist von v. Koenen am Bahneinschnitt von Vorwohle gesammelt worden. Es hatte einen Durchmesser von ca. 15 mm. Der Erhaltungszustand, namentlich der inneren Umgänge, war mangelhaft. Es wurde die linke Hälfte der Lobenlinie dargestellt.

Eine vollständige Lobenlinie konnte erst bei 2 mm Windungshöhe beobachtet werden (Abb. 2), sie zeigt auf diesem Stadium außer den primären Elementen bereits 3 Umschlagloben. Auf Grund der Größenverhältnisse, der Lage zur Naht und der bisherigen Erfahrungen (Spaltung des primären Internsattels nach dem ventro-alternierenden Modus) müssen wir den auf der Naht gelegenen mittleren Umschlaglobus als den zuletzt, den dorsal der Naht gelegenen als den zuerst angelegten betrachten. Da im Verlauf der späteren Entwicklung keine neuen Umschlagloben mehr hinzutreten, auch keine Suturallobenbildung erfolgt, lautet die Formel der Lobenlinie:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ U_{I}\ I.$$

Für den Gesamthabitus der Alterslobenlinie ist eine Wachstumshemmung, die der primäre Laterallobus erfährt, bestimmend. Auf dem jüngsten Stadium der vorliegenden Serie (Abb. 1) ist er fast ebenso tief wie der Externlobus, doch im Verlauf der weiteren Entwicklung (Abb. 2—4) bleibt er immer mehr hinter diesem zurück. Auch U_{II}, der zunächst natürlich flacher ist (Abb. 2, 3), erreicht bei 3,3 mm Windungshöhe (Abb. 4) nahezu die gleiche Tiefe wie L. Bei 6,6 mm Windungshöhe (Abb. 5) erreicht L kaum noch die halbe Tiefe von E und wird bereits von U_{II} übertroffen. Die von Wright (1878—1886, Plate VIII Fig. 3) abgebildete Alterslobenlinie zeigt entsprechende Proportionen. Die anfangs breiten Loben und Sättel nehmen an der Altersloben-

linie schmale, hohe Gestalt an, vor allem gilt dies von den Elementen der inneren Lobenlinie. Die Umschlagloben erfahren nachträglich eine schwach suspensive Anordnung.

Bei 1,2 mm Windungshöhe (Abb. 1) ist die Lobenlinie noch vollkommen undifferenziert, doch wird der Externlobus bereits durch einen flach gewölbten Mediansattel gespalten. Bei 2 mm Windungshöhe (Abb. 2) zeigt sich die beginnende Zerschlitzung

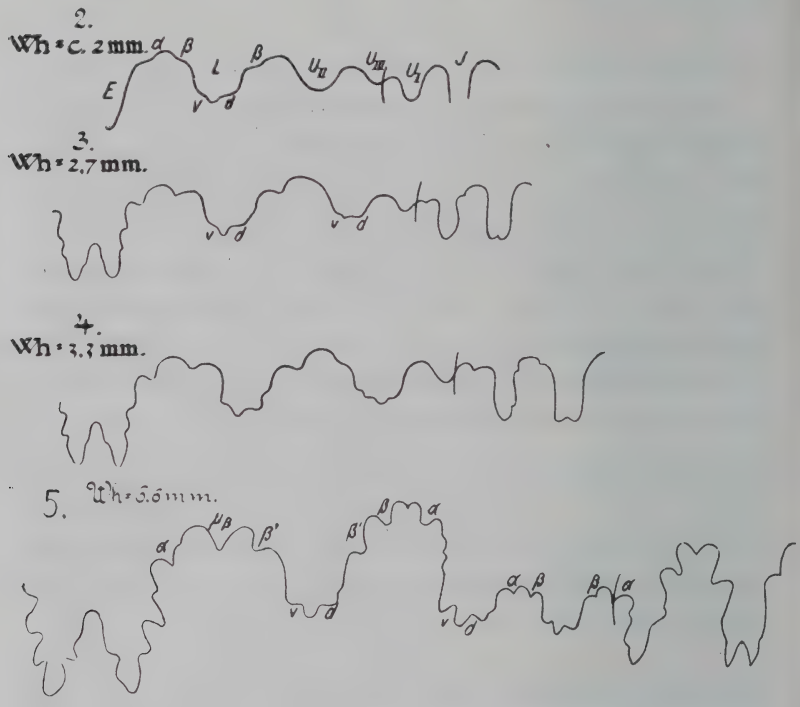


Fig. 23.

bereits am Externsattel sowie am Laterallobus und Lateralsattel, wogegen die Elemente des Umschlags und der inneren Lobenlinie noch ihre ursprüngliche einfache Begrenzung aufweisen. Auf dem nächsten Entwicklungsstadium hat die Zerschlitzung, von der Dorsalseite ausgehend, auch die zuletzt genannten Elemente betroffen und von der Ventralseite her hat sie auf U_{II} übergegriffen, so daß nur noch der Sattel U_{II}/U_{III} undifferenziert ist. Bei 6,6 mm Windungshöhe (Abb. 5) sind sämtliche Loben und Sättel zerschlitzt.

Der Laterallobus sowie die Umschlagloben erfahren typisch triänide Ausgestaltung, die bei U_I auf etwas älteren Stadien (Abb. 5) allerdings nicht mehr so klar hervortritt. Der Internlobus wird dagegen durch eine mediane Inzision dicranid zerschlitzt, während der Externlobus durch Aufwölbung eines anfangs flachen, später spitz dachförmigen Mediansattels gespalten wird.

Der Externsattel zeigt im Zustand der beginnenden Zerschlitzung den ursprünglichen α/β-Typus (Abb. 2). Infolge beschleunigten Wachstums des Dorsalblattes und Hemmung des Ventralblattes wird β in die Sattelmediane verschoben und an seinem ursprünglichen Ort legt sich eine neue Inzision (β') an. Zu beachten ist, daß β hierbei nicht besonders stark herausgebildet wird. Am Lateralsattel wird β bedeutend früher angelegt als α, später tritt noch ein β' hinzu und der Mittellappen wird durch eine Sekundärinzision gespalten. Ganz analog verläuft die Entwicklung des Internsattels, nur daß hier β' nicht angelegt wird. Die Sättel U_{II}/U_{III} und U_{III}/U_I sind typisch tripartit, die etwas stärkere Ausprägung der Dorsalinzision ist auf deren genau umbonale Lage zurückzuführen. Dem gleichen Typus schließt sich der Mediansattel an.

Das älteste Glied der vorliegenden Serie zeigt nur die Anfänge sekundärer Zerschlitzung, nämlich die Spaltung der Mittelblätter von e, l und i, sowie die triänide Differenzierung der beiden Äste von E. Die schon oben erwähnte Lobenlinie von Wright bei 4—5 cm Windungshöhe zeigt dem gegenüber eine tiefe Ausprägung und reiche Zerschlitzung der Sattelhauptinzisionen, deren Zahl auf den Flanken noch vermehrt worden ist, während die sekundäre Zerschlitzung der Sattelblätter nur eben angedeutet ist. Die Hauptinzisionen der Loben haben fast das gleiche Aussehen wie die Sattelblätter. Zu erwähnen ist noch die schmale, hohe Gestalt des Mediansattels sowie die durch Reduktion der Ventralzacke bedingte pseudodicranide Form des Laterallobus.

Es sei noch bezüglich der Herausbildung der Skulpturen bemerkt, daß die inneren Windungen glatt und extrem niedrigmündig sind, bei 2,5 mm Windungshöhe aber die ersten Anlagen von Flankenrippen auftreten, während Kielbildungen erst bei 4—5 mm Windungshöhe wahrzunehmen sind.

10. *Arietites obtusus* Sow. (Fig. 24—26).

Ein von Heiningen bei Göppingen stammendes Stück von 16 mm Durchmesser (I, Fig. 24) lieferte eine ziemlich vollständige Entwicklungsserie, leider waren die inneren Umgänge und die Wohnkammer nicht erhalten. An einem anderen Exemplar von 17,5 mm Durchmesser (II, Fig. 25) konnte nur die Entwicklung

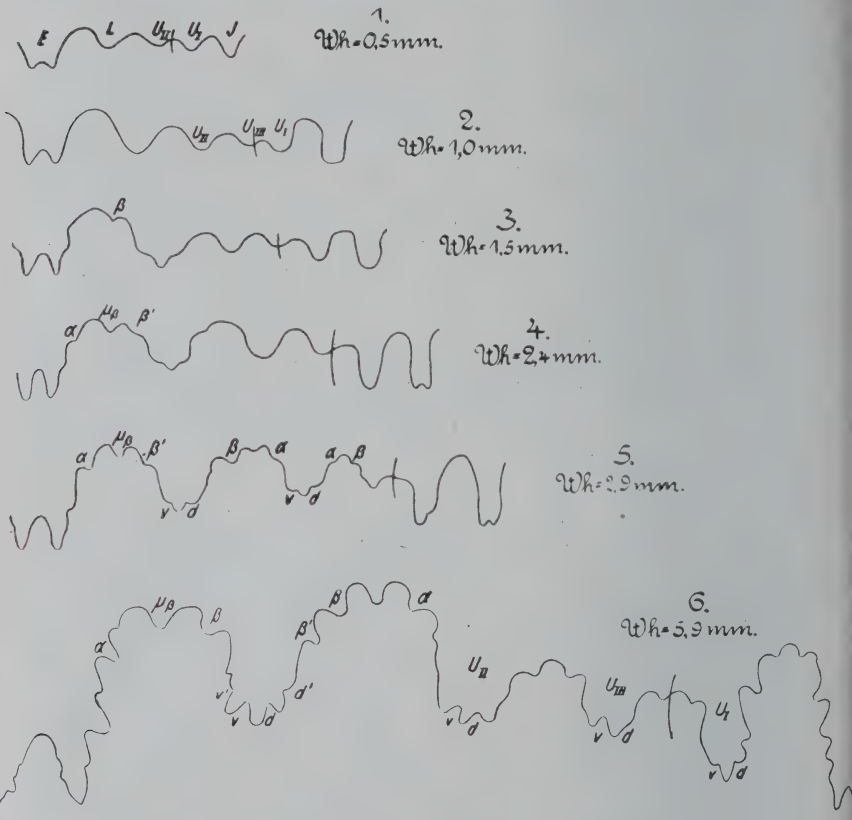


Fig. 24.

des Externsattels verfolgt werden, die aber einige beachtenswerte Züge aufweist. Die Alterslobenlinie wurde nach einem Stück aus der Lime Regis von 92 mm Durchmesser (III, Fig. 26) wiedergegeben.

Das jüngste Stadium der Serie I zeigt bei Wh = 0,5 mm außer den drei primären Loben bereits die flache Aufwölbung eines Mediansattels im Grunde des Externlobus, außerdem die Anlage

zweier Umschlagloben, von denen sich der innere durch seine stärkere Ausprägung als der zuerst angelegte zu erkennen gibt. Bei Wh = 1,0 mm (Abb. 2) ist ein den Sattel U_{II}/U_I spaltender dritter Umschlaglobus hinzugetreten, die Anlage der Umschlagloben entspricht also auch hier dem ventro-alternierenden Modus. Da späterhin keine weitere Umschlagloben mehr hinzutreten, und auch Suturallobenbildung nicht erfolgt, kommen wir zu der Formel:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ U_I\ I.$$

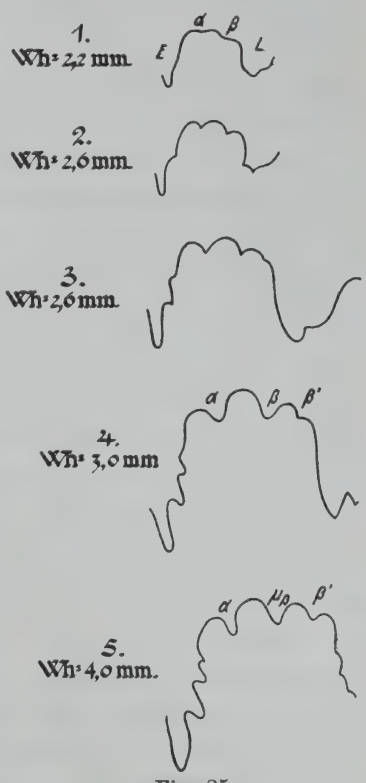


Fig. 25.

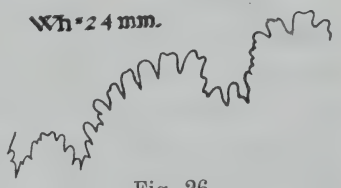


Fig. 26.

An der jüngsten der dargestellten Lobenlinien (Fig. 24 Abb. 1) fallen besonders der Externlobus und der Externsattel durch ihre Höhe auf, der Internlobus reicht weniger tief herab, und der noch flachere primäre Laterallobus ist nur wenig tiefer als die beiden Umschlagloben. Von den Sätteln, die durch Spaltung des primären Internsattels entstanden sind, erreichen die dem Internlobus und dem Laterallobus benachbarten fast die Höhe des Externsattels. Das nächste Stadium (Abb. 2) zeigt entsprechende Proportionen der einzelnen Elemente, doch ist L verhältnismäßig tiefer. In der Folge bleibt L im Wachstum merklich hinter E zurück, der bald die doppelte Tiefe von L erreicht. Dagegen erfährt der Lateralsattel eine starke Wachstumsbeschleunigung, bei Wh = 2,4 mm (Abb. 4) hat er bereits die gleiche Höhe wie der Externsattel, den er bei Wh = 5,9 mm (Abb. 6) sogar beträchtlich

überragt. Unter den Umschlagloben zeichnet sich U_I durch seine schmale, an I erinnernde Gestalt aus. Die Sättel sind mit Ausnahme von U_I/I breit, an der Alterslobenlinie (Fig. 26) wird der Scheitel des Mediansattels durch eine flache Inzision abgestumpft.

Die Zerschlitzung beginnt bei Wh = 1,5 mm (Fig. 24 Abb. 3) zunächst nur an den ventralen Teilen der Lobenlinie, auf der Dorsalseite macht sie sich erst bei Wh = 2,4 mm (Abb. 4) bemerkbar. Von diesen beiden Ausgangspunkten schreitet sie kontinuierlich in umbonaler Richtung vor. Die Inzisionen werden, wie das besonders deutlich an den Sätteln hervortritt, als Kerben, deren Spitzen auf den Mittelpunkt der entsprechenden Elemente gerichtet sind, angelegt (Fig. 24 Abb. 3, Fig. 25 Abb. 1—3), erfahren aber sehr bald eine Abrundung (Fig. 24 Abb. 4—5, Fig. 25 Abb. 4—5). Die weitere Entwicklung zeigt eine starke Divergenz der Sattel- und Lobeninzisionen. Erstere erfahren eine sekundäre Zuspitzung, unterscheiden sich aber von der ursprünglichen Gestalt durch ihre schmale, tiefe Ausprägung, die letzteren dagegen nehmen die Form gerundeter Blätter an (Fig. 26).

Der durch den Mediansattel in zwei Äste gespaltene Externlobus bildet jederseits eine starke Lateralzacke heraus. Der Internlobus wird durch eine mediane Inzision dicranid zerschlitzt, unter den zahlreichen hinzutretenden Seiteninzisionen tritt keine durch besonders starke Ausprägung hervor. Die Differenzierung des primären Laterallobus und der Umschlagloben entspricht dem triäniden Typus, der allerdings geringe Modifikationen erleidet. Bei L und U_I tritt noch je eine dorsale Lateralinzision hinzu, die auch bei U_{II} andeutungsweise vorhanden ist (Fig. 24 Abb. 6). U_{III} wird zunächst durch eine Inzision in einen schwächeren ventralen und einen stärkeren dorsalen Abschnitt gegliedert. Wir müssen den letzteren als Äquivalent von Mittelzacke und Dorsalzacke, die infolge verzögerter Ausprägung der Dorsalinzision noch nicht voneinander gesondert sind, auffassen. Diese Deutung findet eine Stütze in der stärkeren Ausprägung, welche die Ventralinzision von U_{II} erfährt (Fig. 24 Abb. 6).

Die Zerschlitzung der Sättel zeigt zunächst den ursprünglichen α/β-Typus, am Externsattel rückt aber β infolge stärkeren Wachstums des dorsal davon gelegenen Sattelabschnitts nachträglich in die Mediane, jedoch erfährt die genannte Inzision

keine stärkere Ausprägung und tritt an der Alterslobenlinie nicht besonders hervor. Dieser Vorgang war besonders deutlich an dem zweiten Exemplar (Fig. 25) zu beobachten. Die beiden jüngsten Stadien (Abb. 1, 2) lassen je zwei gleiche, symmetrisch gelegene Inzisionen erkennen. In der Folge macht sich am Dorsalblatt ein stärkeres Wachstum geltend und es wird durch die Inzision β' in zwei Blätter gegliedert (Abb. 3, 4). Diese erreichen infolge der erwähnten Wachstumsbeschleunigung bald die Größe des primären Mittelblattes und Dorsalblattes, β rückt damit in die Sattelmediane, und es bildet sich ein neues Symmetrieverhältnis heraus (Abb. 5). Als eine Besonderheit dieses Stückes ist noch zu erwähnen, daß der Sattel, der anfangs nach dem Lateral-lobus zu überhängt, sich später aufrichtet. In der in Fig. 24 dargestellten Serie wird β zunächst stärker ausgeprägt als α (Abb. 3), doch wird dieser Unterschied bald verwischt. Auf dem ältesten Stadium dieser Serie (Abb. 6) ist das Mittelblatt durch etwas größere Breitenausdehnung ausgezeichnet und bereits durch eine Sekundärinzision gegliedert, unterhalb von α hat sich noch eine schwach ausgeprägte α'-Inzision angelegt. Am Lateralsattel eilt β ebenfalls in der Anlage voraus (Fig. 24 Abb. 4), α und β' treten gleichzeitig auf mit der das Mittelblatt teilenden Sekundärinzision, deren relativ frühes Hervortreten auch in der Entwicklung des Externsattels auffällt (Abb. 5). Eine Verlagerung der β-Inzision in die Mediane tritt nicht ein, auch die anfangs beobachtete stärkere Ausprägung von β verschwindet sehr bald, Abb. 6 zeigt α und β in der ursprünglichen symmetrischen Lage und gleich stark ausgeprägt[1]. Die das Mittelblatt teilende Sekundärinzision erreicht bald den gleichen Grad der Ausprägung wie α und β, wodurch sich der Lateralsattel in seinem Habitus dem Externsattel sehr nähert. Die übrigen Sättel zeigen den ursprünglichen α/β-Typus, der sich an dem Mittelblatt des Sattels U_I/I noch einmal sekundär wiederholt (Abb. 5, 6). Am Mediansattel treten ebenfalls an beiden Flanken eine Anzahl symmetrisch gelegener Inzisionen auf (Abb. 6). Eine später hinzutretende Medianinzision (Fig. 26) kann sich flach und breit ausgestalten und dadurch eine Abstumpfung des Mediansattels bewirken (Wright 1878—1886,

[1] Es bietet sich außerdem die Möglichkeit, die Medianinzision als α zu deuten.

Plate XXI Fig. 5). Die sekundäre Zerschlitzung der Sattelblätter ist an der in Fig. 26 dargestellten Alterslobenlinie wenig entwickelt, dagegen zeigen die beiden Äste des Externlobus, sowie dessen Seitenzacken typisch triänide Ausgestaltung, desgleichen die Zacken des Laterallobus. Dies alles zeigt, daß die vorliegende Form in der Art der Zerschlitzung den Gattungen *Phylloceras* und *Psiloceras* noch sehr nahe steht.

Die jüngsten Windungen sind vollkommen glatt und extrem niedrig-mündig. Bei etwa 2 mm Windungshöhe machen sich Andeutungen von Flankenrippen in der Nähe der Naht sowie Kielbildungen bemerkbar.

11. *Arietites geometricus* Oppel (Fig. 27).

Die Untersuchungen wurden an einem Stück von etwa 20 mm Durchmesser, das aus der Umgebung von Vorwohle (Hannover) stammte, durchgeführt. Nach Abdeckung der äußeren Windungen blieb eine Scheibe von 1,3 mm Durchmesser, die etwa $1\frac{1}{2}$ Umgänge umfaßt, übrig. Da die abgehobenen Umgänge bereits solche Entwicklungsstadien, die eine sichere Analyse ermöglichten, enthielten, konnte von einer weiteren Zerlegung der centralen Scheibe, deren Umgänge sehr fest aneinander hafteten, abgesehen werden.

Die jüngste vollständig dargestellte Lobenlinie (Abb. 2) zeigt außer den primären Elementen zwei Umschlagloben, von denen sich der innere durch sein fortgeschrittenes Wachstum als der zuerst angelegte zu erkennen gibt. Auf einem etwas späteren Stadium (Abb. 3) wird U_{III} angelegt. Da dieser Lobus aber nicht am Scheitel des Sattels U_{II}/U_{I}, sondern auf dessen Dorsalflanke entsteht, wird der Anschein erweckt, als ob U_{I} durch Aufwölbung eines Sattels gespalten worden wäre. Eine genauere Betrachtung des in Abb. 3 wiedergegebenen Stadiums zeigt aber, daß diese Deutung nicht zulässig ist, denn während U_{III} sich eben als flache Delle anlegt, ist U_{I} schon tiefer ausgeprägt.

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ U_{I}\ I.$$

Unter den Loben ragt der schmale Internlobus am tiefsten herab. Der relativ breite, von einem spitz dachförmigen Mediansattel gespaltene Externlobus ist nur wenig tiefer als der primäre Laterallobus. U_{I} wird sehr bald von U_{II} an Tiefe übertroffen.

[Zu p. 436.]

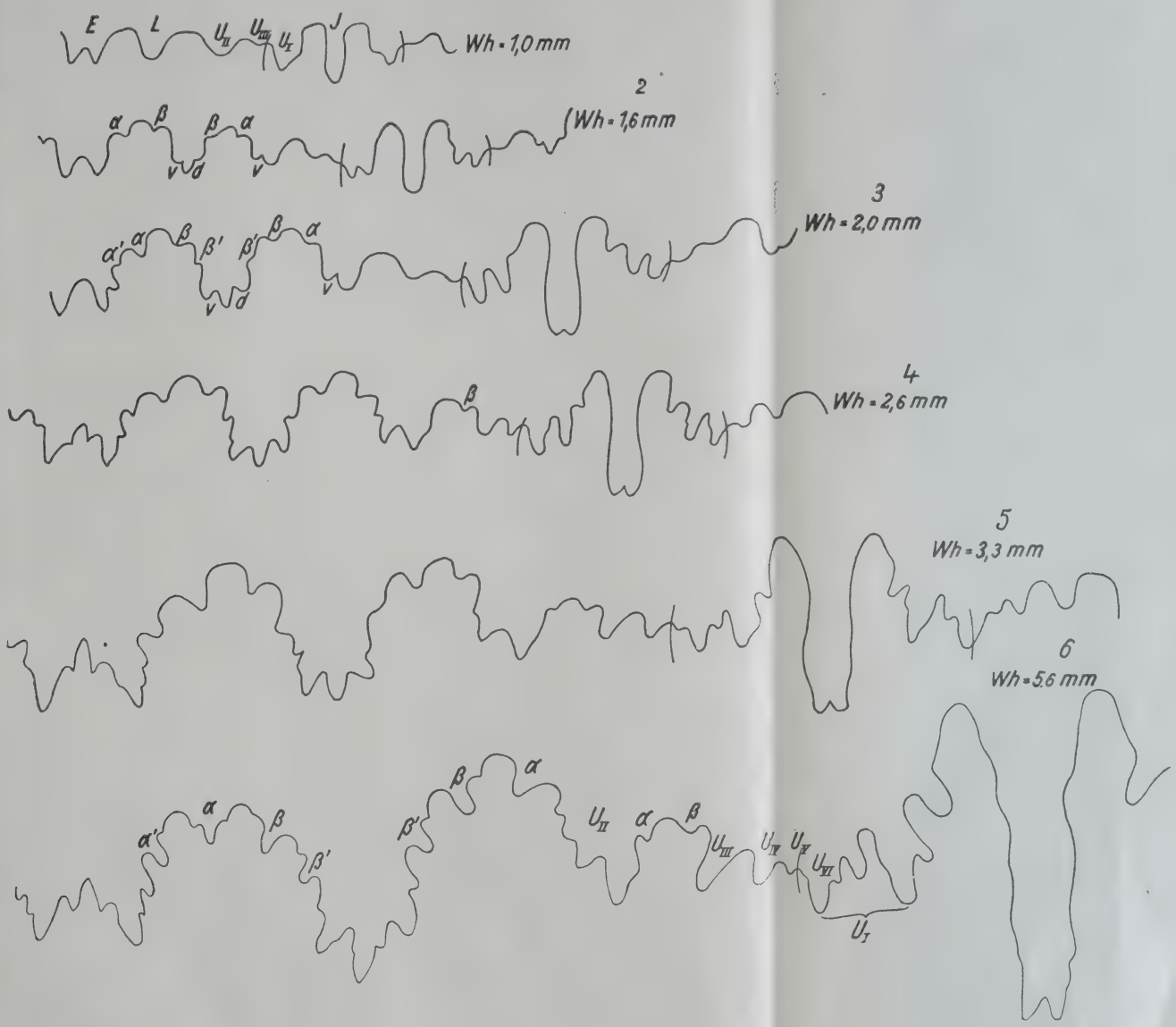


Fig. 29.

Der zunächst bedeutend flachere Lateralsattel erreicht bei 4,9 mm Windungshöhe etwa die gleiche Höhe wie der Externsattel. Die Sättel sind von breiter, rechteckiger Form, was am Externsattel besonders deutlich hervortritt.

Die Zerschlitzung macht sich zunächst auf der Ventralseite (Abb. 3), erst bedeutend später auf der Dorsalseite (Abb. 4) bemerkbar. Von beiden Punkten aus schreitet sie kontinuierlich nach der Naht zu vor. Die Inzisionen werden als spitze Kerben

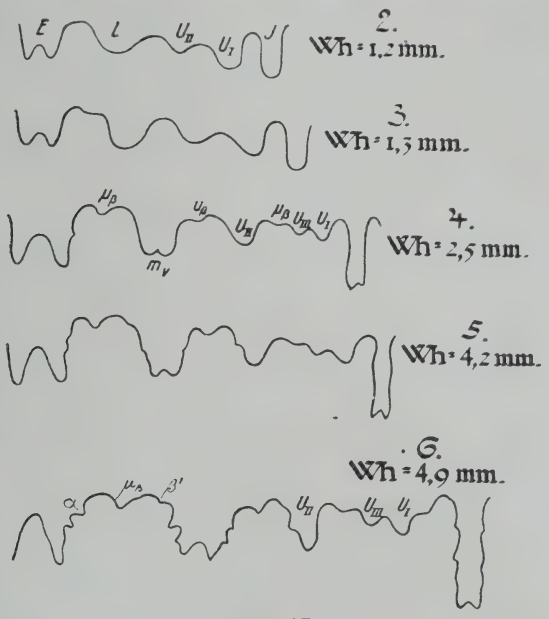


Fig. 27.

angelegt, erfahren aber sehr bald eine Abrundung, später (Abb. 6) nehmen sie jedoch sekundär wieder spitze Form an. Der primäre Laterallobus sowie der Internlobus werden zunächst durch eine mediane Inzision dicranid ausgestaltet, später treten noch einige Seiteninzisionen hinzu. U_{II} wird durch eine ventral gelegene Inzision in zwei ungleiche Abschnitte gegliedert, von denen der größere als Äquivalent des Mittelblattes + Dorsalblattes zu betrachten ist. Es handelt sich also um einen Übergang vom triäniden zum pseudodicraniden Typus, und die mediane Inzision ist von der Ventralinzision des triäniden Typus abzuleiten. Unter den Sätteln zeigt in bezug auf Zerschlitzung der Lateralsattel

die ursprünglichsten Verhältnisse. Er wird zunächst durch eine ventral gelegene Inzision in einen kleineren ventralen Abschnitt und einen größeren, höheren Dorsalabschnitt gegliedert (Abb. 4) und bietet auf diesem Stadium das auch an anderen Formen (Fig. 24 Abb. 4) beobachtete Bild eines tripartiten Sattels, an dem sich die Anlage der einen Inzision verzögert, dar. Auf dem nächsten Stadium (Abb. 5) ist der Unterschied zwischen den beiden Abschnitten infolge beschleunigten Wachstums des Ventralblattes vermindert und die genannte Inzision (β) nahezu in die Mittellinie des Sattels gerückt. Das in Abb. 6 dargestellte Stadium zeigt im wesentlichen die gleichen Verhältnisse, doch macht sich an dem größeren Dorsalabschnitt bereits die Sonderung des primären Dorsalblattes vom Mittelblatte bemerkbar. Besonders erwähnt sei noch, daß Ventralinzision (μ_β) und Ventralblatt sich zwar durch verstärktes und beschleunigtes Wachstum auszeichnen, jedoch das letztere an Umfang hinter dem Äquivalent von Mittelblatt + Dorsalblatt noch zurückbleibt und daß deren Sonderung zu einem Zeitpunkt eintritt, wo das Ventralblatt noch nicht durch Sekundärinzisionen differenziert worden ist. Entsprechend dem Gesetz, daß zwei benachbarte Sättel sich symmetrisch zur Mittellinie des sie trennenden Lobus ausgestalten, wird von dem Sattel U_{II}/U_{III} zunächst durch eine Dorsalinzision das Dorsalblatt abgetrennt (Abb. 5, 6). Der Internsattel zeigt die beschleunigte Anlage einer Ventralinzision. Da diese Verschiebung der β-Inzision in die Sattelmediane phylogenetisch zuerst am Externsattel erfolgt, so ist bei Beachtung der dargestellten Entwicklungsverhältnisse des Lateralsattels und der Umschlagsättel zu erwarten, daß in der Ontogenie des Externsattels dieser Vorgang in beschleunigtem Tempo vor sich geht, oder daß β gar von vornherein median angelegt wird. Die theoretische Überlegung wird durch die Beobachtung bestätigt, denn bei 1,3 mm Windungshöhe (Abb. 3) wird der Externsattel durch eine Inzision (μ_β) in einen breiten, das Dorsalblatt darstellenden Abschnitt und einen schmalen, aber etwas höheren Abschnitt, der dem Mittelblatt und Ventralblatt entspricht, gegliedert. Der Höhenunterschied der beiden Sattelabschnitte wird sehr bald (Abb. 4) ausgeglichen, gleichzeitig tritt eine Abrundung der Inzision ein. Auf dem nächsten Stadium (Abb. 5) ist der dorsale Abschnitt bereits durch eine β'-Inzision gegliedert worden, von den beiden nach dem Externlobus zugekehrten Ausbiegungen

ist die untere als dessen Seitenzacke, die obere als die α-Inzision des Sattels zu deuten. Da die α-Inzision auf diesem Stadium noch weit schwächer ausgeprägt ist als die den dorsalen Abschnitt teilende β'-Inzision, so ist wahrscheinlich, daß sie auch später angelegt worden ist als die letztere. Es wäre jedoch auch denkbar, daß α zwar zuerst angelegt, dann aber im Wachstum von der β'-Inzision überholt worden wäre. Dieser Einwand wird durch das nächste, sich unmittelbar anschließende Entwicklungsstadium (Abb. 6) entkräftet, denn da findet sich α stärker ausgeprägt, weist also ein schnelleres Wachstum auf als die genannte Sekundärinzision. In der zwischen den beiden letzten Stadien liegenden Periode verschiebt sich das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeit des Dorsalblattes und des Mittelblattes zugunsten des ersteren, wodurch μ_β der Sattelmedian genähert wird. Die Wachstumsbeschleunigung des Dorsalblattes, die die Verlagerung der β-Inzision in die Mediane bewirkt, ist in diesem Fall besonders groß, so daß β über die Mediane hinauswandert, die dadurch hervorgerufene Asymmetrie wird nachträglich aber wieder beseitigt. Eine bei Schloenbach (1865, Taf. XXVI Fig. 3 c) abgebildete Alterslobenlinie zeigt durchaus entsprechende Verhältnisse, auch hier ist die den Externsattel teilende Medianinzision besonders stark ausgeprägt. Das niedrigmündige Stadium dieser Form ist anscheinend stark verkürzt, denn bereits bei 1,3 mm Windungshöhe ist diese schon annähernd gleich der Windungsbreite. Zu dieser Zeit sind die Windungen noch vollkommen glatt, die beginnende Ausbildung eines Kiels macht sich als flache Winkelung der Externseite bemerkbar. Bei 3 mm Windungshöhe und 2,8 mm Windungsbreite war zu erkennen, daß die Anwachsstreifen auf der stumpfwinkeligen Externseite stark vorgebogen sind. In der Nähe der Naht waren die ersten Anlagen von Flankenrippen wahrzunehmen. Bei 3,8 mm Windungshöhe war der Kiel schon deutlich abgesetzt. Die Rippen zeigten die stärkste Ausprägung auf den Flanken und verlöschten auf der Externseite, zu beiden Seiten des Kiels einen glatten Streifen übrig lassend. Bei 6,6 mm Windungshöhe beträgt die Windungsbreite zwischen den Rippen 5,5 mm und ein entsprechender Querschnitt zeigt gewölbte Flanken. Die Rippen sind an der Externkante rechtwinklig geknickt und an dieser Stelle am stärksten ausgeprägt.

12. *Arietites bisulcatus* Brug. (Fig. 28).

Die in Fig. 28 dargestellte Alterslobenlinie zeigt durchaus analoge Verhältnisse wie die entsprechenden Entwicklungsstadien der zuvor beschriebenen Formen. Der primäre Laterallobus ist bedeutend flacher als der Externlobus und der Lateralsattel überragt den Externsattel beträchtlich.

An den Umschlagsätteln gibt sich der tripartite Grundcharakter zu erkennen, doch ist die β-Inzision bereits stärker ausgeprägt als α. Der Lateralsattel und der Externsattel werden durch zahlreiche gleichartige Inzisionen gegliedert, desgleichen der primäre

Fig. 28.

Laterallobus, der vom Externsattel nicht scharf abgegrenzt ist. Der zweite Umschlaglobus (U_{II}) zeigt pseudodicranide Ausgestaltung und der Externlobus wird durch einen hohen Mediansattel gespalten.

Bei einer von Wright (1878—1886, Plate III Fig. 3) abgebildeten Lobenlinie, die etwa einer Windungshöhe von 50 mm entspricht, sind die zahlreichen gleichartigen primären Inzisionen stark zerschlitzt, die zwischen diesen gelegenen Blätter aber nur wenig gegliedert.

13. *Schlotheimia angulata* Schloth. (Fig. 29—31).

Die Entwicklung der Lobenlinie wurde an drei verschiedenen Stücken untersucht:

I. Ein Exemplar von 14 mm Durchmesser aus der Umgebung von Neuen-Heerse (Fig. 29).
II. Die äußeren Windungen eines größeren Exemplars aus der Umgebung von Exten (Fig. 30).
III. Ein Exemplar von 24 mm Durchmesser aus der Umgebung von Vorwohle (Fig. 31).

Die Anlage der Loben zeigt am deutlichsten die in Fig. 29 dargestellte Entwicklungsserie. Bereits das erste Stadium (Abb. 1) weist außer den primären Elementen drei Umschlagloben auf,

von denen der mittlere noch in der Anlage begriffen und erst als flache Delle entwickelt ist. Von den beiden anderen Umschlagloben gibt sich der innerhalb der Naht gelegene, durch seine stärkere Ausprägung als der zuerst angelegte zu erkennen[1], auch macht sich in seinem Grunde bereits die Aufwölbung eines Sattels bemerkbar. Auf dem nächsten Stadium tritt dieser schon deutlicher hervor, und an dem äußeren Umschlag ist unmittelbar neben der Naht U_{IV} herausgebildet worden. Denn da U_I ganz und gar der Innenseite des Umschlags angehört, wird durch seine Ausgestaltung zum Suturallobus die durch das Wachstum des Umschlags bewirkte Streckung der Lobenlinie nur auf der Innenseite ausgeglichen, und an der Außenseite müssen neue Umschlagloben angelegt werden. Bei weiterem Wachstum des Umschlags treten ventral der Naht noch die Loben U_V (Abb. 5) und U_{VI} (Abb. 6) hinzu. Während aber die Anlage von U_I bis U_{III} dem ventro-alternierenden Modus entsprach, geht die Bildung der Umschlagloben mit U_{IV} in den einfachen dorsopartiten Modus über. Gleichzeitig wird der in U_I aufgewölbte Sattel durch Einsenkung eines Lobus in zwei ungleiche Äste gespalten (Abb. 4, 5), welcher Vorgang sich am Ventralast nochmals in gleicher Weise wiederholt (Abb. 6). Die in Fig. 30 und 31 wiedergegebenen Entwicklungsserien stimmen mit Fig. 29 durchaus überein, doch erfolgt die Herausbildung von U_{IV} bis U_{VI} erst in einem späteren Stadium. Dem hier dargelegten Entwicklungsgang entspricht die Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,U_{IV}\,U_V\,U_{VI}\,U_{Iv}\,U_{Id}\,I.$$

Auch die bei Pompeckj (1893, Lief. I, p. 77) wiedergegebenen Lobenlinien von *Schlotheimia angulata* Schloth. zeigen durchaus die gleichen Verhältnisse. Eine vollständige Lobenlinie bei Wh = 1,5 mm (Fig. 17 b) entspricht etwa dem von mir in Fig. 29 Abb. 1 (Wh = 1,4 mm) dargestellten Stadium. Es sind außer den primären Elementen bereits drei Umschlagloben vorhanden, und im Grunde von U_I ist eine gewisse Differenzierung angedeutet, aber noch nicht als Suturallobenbildung klar zu erkennen. Der Internlobus ist bei Pompeckj sehr flach gezeichnet, während ich

[1] Die in Fig. 31 Abb. 1 dargestellte Lobenlinie läßt die Entstehungsfolge der ersten Umschlagloben noch deutlicher erkennen. Es sind hier zwei vorhanden, von denen der innerhalb der Naht gelegene bei weitem am stärksten ausgeprägt ist.

an meinem Exemplar die für diesen Lobus charakteristische schmale, tiefe Form vorfand. Doch kam auch hier ein der Pompeckj'schen Abbildung entsprechendes Bild zustande, indem das zwischen die beiden Internsättel geklemmte Ende vom Internlobus der nächstfolgenden Lobenlinie mit jenen fast zu einer einheitlichen Linie verschmolz. Auch der am gleichen Ort dargestellte äußere Teil einer Alterslobenlinie steht mit der oben gegebenen Formel in Einklang und läßt deutlich die Elemente E L U_{II} U_{III} U_{IV} erkennen.

Auf jugendlichen Entwicklungsstadien (Fig. 29 Abb. 1—3, Fig. 31 Abb. 2—4) sind von allen Loben E und I am tiefsten, unter den Sätteln ragen e, l und i am höchsten empor. Später ändern sich aber die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente vollkommen, so daß an der Alterslobenlinie (Fig. 30, Fig. 29 Abb. 6; Fig. 31 Abb. 5, 6) L eine weit größere Tiefe als alle übrigen Loben erreicht und der Externsattel vom Lateralsattel um ein beträchtliches überragt wird. An der Naht ist die Lobenlinie tief herabgezogen und die Elemente des Umschlags sind suspensiv angeordnet.

Die Zerschlitzung beginnt zunächst auf der Ventralseite (Fig. 29 Abb. 2), etwas später auch auf der Dorsalseite (Fig. 29 Abb. 3) und greift von beiden Seiten auf die mehr umbonal gelegenen Elemente über. Eine Anormalität zeigt Fig. 31 Abb. 2 insofern, als U_{II} bereits die Anlage einer Inzision erkennen läßt, während der Laterallobus und Lateralsattel noch völlig unzerschlitzte Umgrenzungen aufweisen. Die Inzisionen werden auch hier als Kerben, deren Spitzen auf den Mittelpunkt der betreffenden Elemente gerichtet sind, angelegt, erfahren aber sehr bald eine Abrundung.

Der Internlobus wird zunächst durch eine mediane Inzision dicranid zerschlitzt und der Externlobus durch Aufwölbung eines Mediansattels gespalten, an beiden Loben treten später noch Lateralinzisionen hinzu. Der primäre Laterallobus sowie die Umschlagloben sind in der Anlage triänid, doch wird die Ventralinzision sowie die entsprechende Zacke stärker ausgeprägt, so daß die Loben pseudodicranide Formen annehmen können. Am deutlichsten tritt dies an U_{II} hervor, welcher Lobus zunächst in einen kleineren Ventralabschnitt (= Ventralzacke) und einen größeren Dorsalabschnitt gegliedert wird (Fig. 29 Abb. 2, 3, Fig. 31 Abb. 2—4). Die Dorsalinzision wird erst später angelegt (Fig. 29

Fig. 30.

Abb. 6) und bleibt unentwickelt. An dem in Fig. 31 dargestellten Stück erlangt die Ventralzacke später sogar den gleichen Umfang wie Mittelzacke + Dorsalzacke, so daß der Lobus in diesem Fall völlig pseudodicranid ausgestaltet wird.

Die Zerschlitzung der Sättel entspricht dem ursprünglichen α/β-Typus. Fig. 29 Abb. 2 zeigt am Externsattel und Lateralsattel je zwei gleichartige, symmetrisch zueinander gelegene Inzisionen, später treten noch die Lateralinzisionen α und β' hinzu (Fig. 29 Abb. 3, 4). Im Verlauf der weiteren Entwicklung wird am Externsattel und am Internsattel α der Mediane dieser Sättel genähert, während die β-Inzisionen an den Flanken hinabgleiten (Fig. 29 Abb. 4—6, Fig. 31 Abb. 4—6). Auch an den in Fig. 30 dargestellten Alterslobenlinien hat am Lateralsattel β eine bedeutend tiefere Lage als α. Für die Sättel der Alterslobenlinie sind außerdem noch die kräftig entwickelten Mittelblätter charakteristisch, diese Tendenz kann aber auch schon im Stadium der beginnenden Zerschlitzung in Erscheinung treten, indem die durch α und β abgetrennten Seitenblätter von vornherein an Umfang hinter dem Mittelblatt zurückstehen (Fig. 31 Abb. 3—5). Die Zerschlitzung der Umschlagsättel sowie des Mediansattels entspricht ebenfalls dem ursprünglichen α/β-Typus, am Internsattel fällt vor allem die Ventralinzision durch ihre frühzeitige Anlage auf (Fig. 29 Abb. 3—6).

Die einzelnen Zacken der Loben sowie die Sattelinzisionen werden sekundär triänid zerschlitzt (Fig. 30), während sich an den Sattelblättern sekundär der tripartite Modus wiederholt (Fig. 29 Abb. 6). Die primären Lobeninzisionen können infolgeder triäniden Ausgestaltung der Hauptzacken als Blätter abgegliedert werden (vgl. die Ventralinzision von L in Fig. 30), bei besonders starker Entwicklung werden sie auch einem Sattelblatt entsprechend sekundär zerschlitzt (vgl. die Ventralinzision von U_{II} in Fig. 30).

Die inneren Windungen sind glatt und niedrigmündig, im Alter wird die Form jedoch hochmündig. (Bei etwa 5—6 mm Windungshöhe ist Wh = Wb.) Bereits bei Wh = 1,0 mm ist eine leichte Fältelung der Flanken wahrzunehmen, deutliche Flankenrippen treten aber erst bei Wh = 1,8—2,0 mm auf, und treffen bei etwa 3 mm Windungshöhe auf der Externseite in spitzem Winkel zusammen. Später zeigen die Rippen auf der Externseite die stärkste Ausprägung, doch wird eine mediane Rinne heraus-

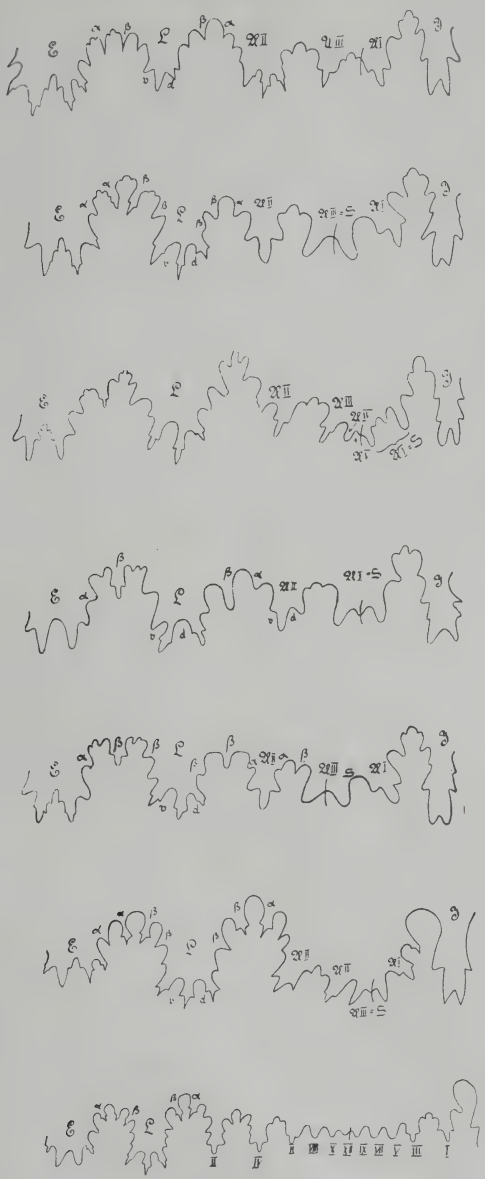


Fig. 31.

Der Abdruck der als Fig. 31 beschriebenen Entwicklungsserie ist versehentlich unterblieben. Die Veröffentlichung der nebenstehenden, schematisierten Lobenlinien war nicht beabsichtigt, sie sind deshalb im Text auch nicht erwähnt worden. In mehreren Entwicklungsserien sind aus Sparsamkeitsrücksichten einzelne weniger wichtige Entwicklungsstadien nach Fertigstellung des Satzes gestrichen worden.

gebildet, indem sich die Rippen am Scheitel der winkeligen Vorbiegung verflachen. Diese Verflachung wird später zum plötzlichen Abbruch, wodurch die Rippenenden ein knotenartiges Aussehen erhalten.

14. *Schlotheimia lacunata* Buchm. (Fig. 32).

Die vorliegende Entwicklungsserie wurde an einem aus Göppingen (Württemberg) stammenden Stück von 12,5 mm Durchmesser beobachtet. Nach Abhebung der äußeren Windungen blieb eine aus den beiden inneren Umgängen bestehende Scheibe von 1,7 mm übrig, die nicht weiter zerlegt werden konnte.

Das jüngste der dargestellten Entwicklungsstadien (Abb. 1) weist außer den primären Elementen bereits zwei Umschlagloben auf, von denen sich aber der innere durch seine tiefere Ausprägung deutlich als der zuerst angelegte zu erkennen gibt. Das nächste Stadium zeigt auch nur zwei Umschlagloben, doch hat U_{II} jetzt die gleiche Tiefe wie U_I. In Abb. 3 ist noch ein dritter Umschlaglobus (U_{III}) hinzugetreten und U_I ist durch Aufwölbung eines Sattels gespalten worden. Da im Verlauf der weiteren Entwicklung keine neuen Elemente mehr hinzutreten, lautet die Lobenformel:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ U_{Iv}\ U_{Id}\ I.$$

Von allen Loben reicht der schmale Internlobus am tiefsten herab. Von dem auf dem jüngsten Stadium annähernd gleich tiefen Loben E und L bleibt der erstere sehr bald im Wachstum zurück, während der letztere fast die gleiche Tiefe wie I erreicht. Der Lateralsattel, der bei Wh = 1,5 mm (Abb. 2) noch bedeutend niedriger ist als der Externsattel, ist bei Wh = 3 mm (Abb. 3) etwa gleich hoch wie der letztere. Auf der von Pompeckj (1893, Lief. I, p. 88) gegebenen Zeichnung einer Lobenlinie bei Wh = 5 mm überragt der Lateralsattel alle übrigen um ein beträchtliches. Die zitierte Abbildung zeigt U_{II} in suspensiver Lage, wovon an dem von mir untersuchten Stück bei 3,9 mm Windungshöhe noch nichts zu bemerken war.

Während das jüngste Entwicklungsstadium der Lobenlinie (Abb. 1) noch völlig einfache Formen aufweist, ist auf dem nächsten (Abb. 2) die Zerschlitzung von der Externseite her bis zu U_{II} vorgeschritten und auch I ist bereits durch eine Medianinzision dieranid ausgestaltet worden. Die übrigen Loben zeigen mit Ausnahme des noch undifferenzierten Externlobus typisch triänide Ausgestaltung. An U_{II} erfährt die Dorsalinzision nebst der entsprechenden Zacke späterhin eine stärkere Entwicklungshemmung (Abb. 3 u. 4, vgl. auch die schon erwähnte Pompeckj'sche

Abbildung). Die beiden Äste des Externlobus werden sehr bald durch je eine Inzision gespalten und durch eine Seitenzacke abgegliedert.

Die Zerschlitzung der Sättel U_I/I und U_{II}/U_{III} entspricht noch dem ursprünglichen α/β-Typus. Diese werden zunächst, ähnlich wie bei *Schlotheimia angulata* Schloth., durch zwei gleiche, symmetrisch gelegene Inzisionen in einen breiten Mittellappen und zwei kleinere Seitenlappen gegliedert (Abb. 3). In analoger Weise wird später der Mittellappen durch zwei Sekundärinzisionen

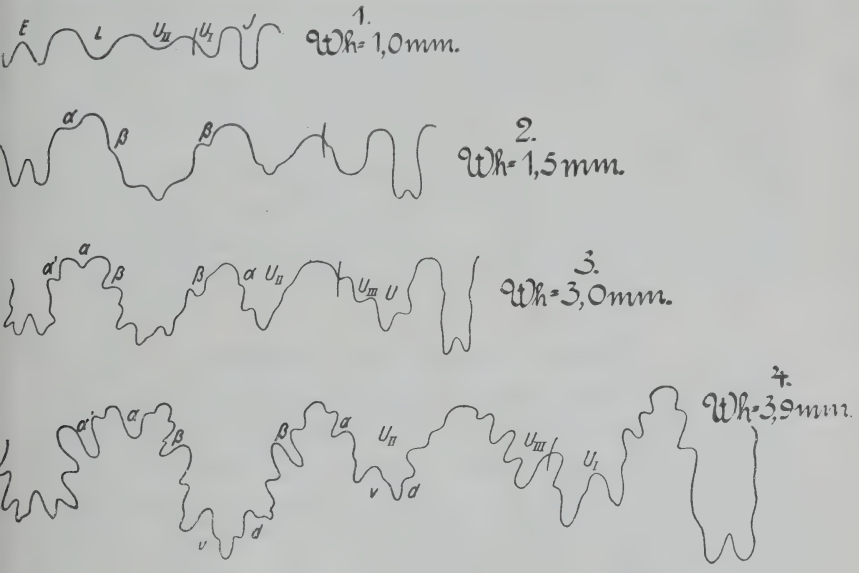


Fig. 32.

zerschlitzt. Am Lateralsattel tritt β bedeutend früher auf als α (Abb. 2). Dieser Unterschied macht sich noch nach Herausbildung der α-Inzision, die nicht symmetrisch zu β, sondern nach dem Sattelscheitel zu verschoben angelegt wird, in der stärkeren Ausprägung von β geltend. Ein durchaus entsprechendes Bild zeigt wiederum die sekundäre Zerschlitzung des Mittellappens, denn auch hier wird die ventrale Inzision vorzeitig herausgebildet (Abb. 3) und die später hinzutretende dorsale Sekundärinzision ist dem Scheitel genähert (Abb. 4). Während am Externsattel von *Schl. angulata* Schloth. α und β zunächst symmetrisch zueinander gelegen waren und α erst nachträglich der Sattelmediane

genähert wurde, nimmt diese Inzision bei der vorliegenden Form schon bei ihrer Anlage (Abb. 2) eine entsprechende Lage ein und rückt später ganz in die Sattelmediane (Abb. 3, 4), wird somit also zu μ_a. Die Symmetrie des Sattels wird dadurch vervollständigt, daß α' der β-Inzision entsprechend ausgestaltet wird. Auf dem ältesten Stadium (Abb. 4) der vorliegenden Beobachtungsreihe läßt das ursprüngliche Mittelblatt bereits eine den typischen α/β-Modus wiederholende sekundäre Zerschlitzung erkennen. Das ventral von μ_a gelegene Blatt wird durch eine Sekundärinzision in einen kleineren ventralen und einen größeren dorsalen Abschnitt gegliedert. Auch einzelne Lobenblätter zeigen auf diesem Stadium bereits eine sekundäre Differenzierung.

Bezüglich der Skulpturen sei noch erwähnt, daß an dem untersuchten Stück bereits bei 1,5 mm[1] Windungshöhe einfache, durch eine Medianfurche unterbrochene Rippen vorhanden waren. Ältere Umgänge (3—4 mm Windungshöhe) wiesen nur noch vereinzelte einfache Rippen auf, zumeist waren Spaltrippen, deren Bifurkationspunkt in Nähe der Naht gelegen war, vorhanden.

III. Zur Theorie der Lobenlinie.

Die Gliederung der Lobenlinie geschieht durch Anlage von Suturelementen (Loben und Sättel), die ihrerseits wieder durch Inzisionen zerschlitzt werden können. Die Inzisionen können morphologisch den Suturelementen sehr nahe stehen, unterscheiden sich aber in der Genese, so daß eine strenge Scheidung zwischen diesen beiden Gruppen unerläßlich ist.

Suturelemente (Loben und Sättel) sind ursprüngliche Vor- und Rückbiegungen der Lobenlinie, die nach bestimmten Gesetzen an den durch besonders schnelles Wachstum ausgezeichneten, noch nicht differenzierten Abschnitten der Lobenlinie entstehen und zur Zeit der Anlage meist gerundete Formen aufweisen.

Inzisionen sind Einkerbungen, welche die definitiven Loben und Sättel gliedern. Sie

[1] Nach Pompeckj 1893, p. 88 tritt die Medianfurche erst bei 3 mm Windungshöhe auf.

treten zunächst an den der Symmetrieebene benachbarten Suturelementen auf und greifen kontinuierlich auf die mehr umbonal gelegenen Elemente über.

A. Anlage der Loben und Sättel.

Da über die bei Anlage von Loben und Sätteln zutage tretende Gesetzlichkeit schon zusammenfassende Darstellungen existieren (Noetling 1905 b, Wedekind 1917) und darüber bereits in dem einleitenden Kapitel dieser Arbeit referiert worden ist, bedarf es nur noch einiger ergänzender Bemerkungen, die in erster Linie die Suturallobenbildung betreffen.

1. Suturallobenbildungen.

„Der Suturallobus ist ein auf oder an der Naht gelegener Umschlaglobus, der durch Lobenspaltung differenziert wird (Wedekind 1917, p. 93)."

Wie schon früher erwähnt wurde, erfährt ein Umschlaglobus, der genau auf die Naht zu liegen kommt, bei weiterem Wachstum des Umschlags eine starke Breitenausdehnung, was eine Verminderung der Druckfestigkeit der Schale bedeutet. Die Spaltung des betreffenden Lobus durch Aufwölbung eines Sattels verhindert, daß die Druckfestigkeit unter das durch den Wasserdruck bedingte Minimum sinkt. Der Sattel wird durch einen Lobus geteilt, und in diesem wölbt sich wiederum ein Sattel auf usw. (Fig. 12). Die durch das Wachstum des Umschlags erforderlich werdende Vermehrung der Loben und Sättel erfolgt also jetzt durch Ausgestaltung des Suturallobus und es erübrigt sich die Anlage weiterer Umschlagloben. Da zwischen dem Zeitpunkt der Anlage eines Umschlaglobus und dem seiner Ausgestaltung zum Suturallobus auch ein Wachstum des Umschlags erfolgt, können zunächst noch ein oder zwei jüngere Umschlagloben angelegt werden, doch erfahren diese nur schwache Ausprägung und werden im Verlauf der weiteren Stammesentwicklung ganz unterdrückt. Normalerweise wird also der Suturallobus aus dem zuletzt angelegten Umschlaglobus hervorgehen, im anderen Fall kann man annehmen, daß dieser eine phylogenetisch junge

Bildung darstellt. Diese Verhältnisse kommen bei den Psiloceracea Wedekind klar zum Ausdruck. Die Stammform weist außer dem zum Suturallobus werdenden U_{III} noch die Anlage von U_{IV} auf (Fig. 12), während bei den davon abstammenden Aegoceraten die Reihe der Umschlagloben mit U_{III} abschließt und U_{IV} nicht mehr angelegt wird (Fig. 14—19). Betreffs der systematischen Wertung des Suturallobus ist eine an *Aegoceras planicosta* Sow. (Fig. 14) gemachte Beobachtung nicht ohne Bedeutung. Bei diesem Exemplar lag nach Herausbildung von U_I und U_{II} der Scheitel des diese beiden Loben trennenden Sattels nicht genau auf der Naht, sondern ventral davon (Abb. 2, 3). Der ihn spaltende, später zum Suturallobus werdende U_{III} legt sich nun nicht, wie zu erwarten, in der Mittellinie des betreffenden Sattels an, sondern ist der Lage der Naht entsprechend dorsal verschoben. Dies würde im Fall der Bestätigung durch ähnliche Beobachtungen nicht weniger besagen, als daß die umbonale Lage von U_{III}, die seine Differenzierung zum Suturallobus bedingt, nicht als zufällige Folge der Wachstumsverhältnisse am Umschlag anzusehen ist, sondern daß sich diese Entwicklung autonom vollzieht und der betreffende Lobus die zur Suturallobenbildung führende umbonale Lage einnimmt, unabhängig davon, wie der durch ihn gespaltene Sattel gelegen ist.

Erfolgt die weitere Spaltung des aufgewölbten Sattels erst dann, wenn dieser annähernd die gleiche Höhe wie die Nachbarsättel erreicht hat, so sind die Achsen der einzelnen Äste des Suturallobus der Mediane annähernd gleich gerichtet, und in der Gestalt der Alterslobenlinie deutet nichts darauf hin, daß Suturallobenbildung stattgefunden hat (l i n e a r e S u t u r a l l o b e n b i l d u n g).

In der Mehrzahl der Fälle wird der aufgewölbte Sattel durch das schnelle Wachstum der umbonalen Teile des Umschlags so stark gedehnt, daß seine Spaltung durch Anlage eines Lobus erfolgen muß, bevor er die gleiche Höhe wie die Nahtsättel erreicht hat. Entsprechend verhält sich der sekundäre Suturalsattel usw. Infolgedessen tritt die Gesamtheit der durch Spaltung des Suturallobus gebildeten Elemente als ein tief herabhängender „Nahtlobus“ auch morphologisch hervor. Wie leicht einzusehen, können die einzelnen Äste des Suturallobus in diesem Fall ihre lineare Anordnung nicht mehr beibehalten, sondern werden suspensiv,

d. h. ihre Achsen sind auf den Mittelpunkt des „Nahtlobus" gerichtet. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß der „Nahtlobus" häufig tiefer herabhängt als alle übrigen Loben (vgl. *Psiloceras planorbe* Sow. Fig. 12). Diese das Gesamtbild der Alterslobenlinie oft beherrschende Bildung wird zumeist Suspensivlobus genannt, WEDEKIND hat hierfür die Bezeichnung suspensiver Suturallobus gewählt, um auch das genetische Moment zum Ausdruck zu bringen. Meistens erfahren die dem suspensiven Suturallobus benachbarten normalen Umschlagloben nachträglich eine suspensive Anordnung und bilden dann zusammen mit dem eigentlichen Suturallobus eine morphologische Einheit. Für die exakte Analyse und systematische Auswertung der Lobenlinie ist es aber unbedingt erforderlich, die einzelnen Äste des Suturallobus von den normalen Umschlagloben zu sondern. Vielfach sind die ersteren schmaler und weniger differenziert als die Umschlagloben, doch sind diese Unterscheidungsmerkmale durchaus unsicher und Gewißheit kann in solchen Fällen nur durch eine ontogenetische Untersuchung gewonnen werden. Wird der einen primären Suturalsattel teilende Lobus unmittelbar nach seiner Herausbildung durch Aufwölbung eines Sattels gespalten, so kommen Bildungen zustande, wie sie *Cycloceras Maugenestii* D'ORB. (Fig. 19 Abb. 3, 4) zeigt. Die Anzahl der Äste, in die ein Suturallobus gespalten wird, kann in einer phylogenetischen Reihe stark variieren. Regression der Suturallobenbildung kann dazu führen, daß eine Spaltung des betreffenden Umschlaglobus ganz unterbleibt und dieser wieder normal ausgestaltet wird.

Die Ausgestaltung von U_{III} zum Suturallobus ist nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung des inneren Umschlaglobus (U_I). Dieser Lobus, der auf jugendlichen Entwicklungsstadien von allen Umschlagloben am stärksten ausgeprägt ist, bleibt im Wachstum zurück, sobald sich U_{III} zum Suturallobus ausgestaltet (Fig. 12, Fig. 14). Wird aber der Suturallobus rückgebildet, und U_{III} normal ausgestaltet, so wird U_I wieder stärker ausgeprägt (Fig. 23 und 24). Diese Verhältnisse finden darin ihre Erklärung, daß durch die Suturallobenbildung der inneren und äußeren Lobenlinie die gleiche Anzahl neuer Suturelemente zugeführt werden, der innerhalb der Naht gelegene Teil der Schale aber in geringerem Maße an Breite zunimmt als der außerhalb der Naht gelegene. Die Rückbildung von U_I wird sich auf ein immer früheres Stadium

verschieben und schließlich wird auch die Anlage von U_I unterbleiben. Es würde somit im Verlauf der Phylogenie eine scheinbare Verschiebung der Suturallobenbildung von U_{III} nach U_I erfolgen.

Ganz andere Verhältnisse treten auf, wenn der zum Suturallobus werdende Umschlaglobus nicht auf der Naht gelegen ist und durch seine Ausgestaltung entweder nur die innere oder äußere Hälfte der Lobenlinie bereichert wird. In diesem Fall wird die Suturallobenbildung durch einfache Sattelspaltung ergänzt. Ein Beispiel hierfür bietet die Ontogenie von *Schlotheimia angulata* v. Schloth. (Fig. 29). In diesem Fall werden zunächst die drei ersten Umschlagloben gemäß dem Gesetz der ventro-alternierenden Sattelspaltung angelegt, dann aber U_I durch Aufwölbung eines Sattels gespalten. Da aber die beiden so gebildeten Äste der inneren Lobenlinie angehören, geschieht die durch das fortgesetzte umbonale Wachstum des Umschlags bedingte Vermehrung der Elemente der äußeren Lobenlinie durch Bildung normaler Umschlagloben, von denen immer der zuletzt angelegte der Naht am nächsten liegt. In analoger Weise wird der in U_I aufgewölbte Sattel gespalten. Es liegt hier also ein Fall von gemischter Sattelspaltung vor, der ventro-alternierende Modus wird an der inneren Hälfte der Lobenlinie durch Umwandlung von U_I zum Suturallobus und einfache ventropartite Gliederung des ihn spaltenden Sattels abgelöst, an der äußeren Lobenlinie tritt an seine Stelle der dorsopartite Modus.

2. Pseudosuturallobenbildungen.

Bildungen, die einem Suturallobus außerordentlich ähneln können, kommen zustande, wenn zwei benachbarte Loben annähernd gleichartig ausgestaltet werden und der sie trennende Sattel im Vergleich mit den Nachbarsätteln im Höhenwachstum zurückbleibt. Ein Beispiel hierfür bietet *Ophioceras raricostatum* v. Ziet. (Fig. 20). In Abb. 3 treten uns noch durchaus normale Verhältnisse entgegen, die beiden Sättel U_{II}/U_{III} und U_{III}/U_I sind annähernd gleich hoch, der zwischen diesen gelegene Lobus U_{III} noch bedeutend flacher als U_I und U_{II}. Das nächste Stadium (Abb. 4) zeigt schon ganz andere Verhältnisse. U_{III} hat etwa die gleiche Tiefe wie U_I, und der Sattel U_{III}/U_I, der bereits durch Anlage von U_{IV} gespalten worden ist, reicht kaum noch zur halben Höhe des Nachbarsattels U_{II}/U_{III} empor.

B. Anlage und Ausprägung der Inzisionen (Zerschlitzung).

Bei den Palaeoammonoidea Wedk. bewahren die Loben und Sättel ihre einfachen ungegliederten Konturen auch im Altersstadium, doch können diese Formen in der Gestalt der einzelnen Elemente der Lobenlinie variieren. Die ursprünglich gerundeten Loben und Sättel (namentlich die ersteren) erfahren häufig bei den jüngeren Gliedern der einzelnen Stammreihen eine Zuspitzung.

Der Übergang von den Palaeoammonoidea zu den Meso- und Neoammonoidea geschieht in der Weise, daß die einfachen Umrisse der Suturelemente durch Einkerbungen (Inzisionen) in mehrere Abschnitte gegliedert werden (primäre Zerschlitzung). Häufig erfahren diese in ähnlicher Weise wie die ursprünglichen Suturelemente durch Anlage von Inzisionen eine weitere Gliederung usw. (sekundäre Zerschlitzung).

I. Monopolarer Typus.

Die zu den reich gegliederten Lobenlinien der jüngeren Formen führende Zerschlitzung beginnt im Grunde der Loben, während die Sättel zunächst noch ihren ganzrandigen Umriß beibehalten. Dies Stadium in der Morphogenie der Lobenlinie hat schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Ammonitenforscher erregt, da die Ceratiten des Muschelkalks, deren Suturen diese Verhältnisse aufs deutlichste zeigen, in Deutschland zu den häufigsten und verbreitetsten Fossilien gehören. Doch sind diese auch dann, wenn man von dem schlechten Erhaltungszustand der Suturen absieht, wenig geeignet, das Wesen der monopolaren Zerschlitzung zu erforschen, da dieser Zweig des Ammonitenstammes sich exzessiv entwickelt hat [1]. In relativ ursprünglicher Form tritt uns dagegen der monopolare Typus der Zerschlitzung bei den Ammoniten des untersten Perms entgegen. Karpinsky (1889) hat die Lobenlinien solcher Formen in den verschiedensten Entwicklungsstadien wiedergegeben und zu ontogenetischen Serien zusammengestellt. Besonders wichtig sind diejenigen, welche die Entwicklung von *Pronorites cyclolobus* Phill. var. *uralensis* (Taf. I Fig. 4) und *Pr. praepermicus* Karp. (Taf. I Fig. 2) veranschaulichen. Die jüngsten Stadien sind, wie zu erwarten, vollkommen unzerschlitzt

[1] Hieraus erklärt sich auch die außerordentliche Häufigkeit dieser Formen.

(Fig. 4 g, Fig. 2 i), aber sehr bald treten am Externlobus (vgl. Tabelle A) zwei symmetrisch zur Mittellinie dieses Lobus gelegene Inzisionen auf, die zwei kleinere Seitenzacken von einer längeren Mittelzacke sondern (Fig. 4 h, 2 j k). Weiterhin tritt am Lateral-lobus noch eine mediane Inzision auf, die diesen in zwei gerundete Blätter gliedert, während die übrigen mehr nach der Naht zu gelegenen Loben stets unzerschlitzt bleiben. Im Alter erfahren sowohl die einzelnen Blätter von E und L wie auch die einfachen Umschlagloben eine Zuspitzung (Fig. 4 l). Beachtung verdient noch das Verhalten der drei Zacken von E. Wie schon erwähnt, sind die Seitenzacken anfangs bedeutend kürzer als die Mittelzacke, doch im Verlauf der späteren Entwicklung kehrt sich das Verhältnis vollkommen um. Die Seitenzacken erfahren eine Wachstumsbeschleunigung, die Mittelzacke dagegen eine Wachstumshemmung. Hierdurch wird die anfängliche Ungleichheit der Zacken beseitigt und in der Alterslobenlinie von *Pr. cyclolobus* Phill. weist der Externlobus drei gleich große Zacken auf (Fig. 4 l; vgl. auch die nach Phillips in Zittel, Grundzüge der Paläontologie 1915, p. 527, Fig. 1152 abgebildete Lobenlinie). Den gleichen Verlauf nimmt die Entwicklung von E bei *Pr. praepermicus* Karp. Auch hier wird ein Stadium erreicht, wo die Zacken gleich sind (Fig. 2 m), doch führt der Umstand, daß die genannten Wachstumsverhältnisse noch weiterhin andauern, eine etwas andere Ausgestaltung der Alterslobenlinie herbei (Fig. 2 n). Die Mittelzacke wird von den Seitenzacken im Wachstum überholt und ohne Kenntnis der voraufgehenden Stadien würde man das Bild dahin deuten, daß E durch Aufwölbung eines Mediansattels gespalten und dieser durch eine mediane Inzision oder die erste Anlage eines Lobus geteilt worden sei. Hiernach bietet auch die Deutung des ebenfalls eine mediane Einkerbung aufweisenden Mediansattels vieler carbonischer Goniatiten kaum noch Schwierigkeiten. Wir haben es in dem letzteren Falle mit den ersten Anfängen der monopolaren Zerschlitzung zu tun, die hier auf den Externlobus beschränkt bleibt, während sie bei *Pronorites* ebenfalls am Externlobus beginnend, späterhin auch auf den primären Laterallobus übergreift, die Umschlagloben aber auch hier noch ungegliedert bleiben. Bei *Popanoceras* Hyatt werden aber auch die der Externseite zunächst liegenden Umschlagloben von der Zerschlitzung ergriffen, und zwar um so später, je näher sie der Naht liegen. Der

Externlobus zeigt bei den verschiedenen Arten dieser Gattung ebenfalls ein fortgeschrittenes Stadium des oben dargelegten Entwicklungsganges. Bei *Pronorites* ist zur Zeit der Zerschlitzung von L die Mittelzacke des Externlobus noch länger als die Seitenzacken, ihre Rückbildung erfolgt erst auf einem späteren Stadium. Bei *Popanoceras* Hyatt macht sich die Wachstumsbeschleunigung der Seitenzacken, wie vor allem die auf Taf. V Fig. 10 dargestellte Ontogenie der Lobenlinie von *P. Krasnopolskyi* Karp. erkennen läßt, schon viel früher geltend. Bereits das jüngste Glied dieser Serie (Fig. 10 g) zeigt ein Überwiegen der Seitenzacken, obgleich L noch keine Spuren der Zerschlitzung erkennen läßt. Aber auch die Zerschlitzung des Externlobus zeigt noch sehr jugendlichen Charakter, denn die einzelnen Zacken sind noch nicht zugespitzt, sondern besitzen noch die ursprüngliche gerundete Form. Infolgedessen ist der sehr bald als „Mediansattel" sich erhebende mittlere Teil des Lobus zunächst durch eine flache Eindellung (Fig. 10 g—j), die sich erst später zuspitzt (Fig. 10 k, l), abgeflacht. Da sich die Wachstumsbeschleunigung sehr früh geltend macht, erreicht der Mediansattel eine außerordentliche Höhe und die stark entwickelten Seitenzacken werden durch je eine Inzision gegliedert. Gemäß der im Law of Acceleration zum Ausdruck kommenden Entwicklungstendenz wird die Wachstumsbeschleunigung der seitlichen Teile von E bei den Nachkommen dieser Formen auf immer früheren Stadien und schließlich vor der Anlage von Inzisionen einsetzen, in welchem Fall sich ein flach gewölbter, keine mediane Einsenkung aufweisender Mediansattel bilden würde. Es ist durchaus naheliegend, sich den Mediansattel jüngerer Formen, z. B. der unterliassischen Ammoniten, so entstanden zu denken. Ebenso wie der Externlobus sind auch der primäre Laterallobus und die äußeren Umschlagloben (von der inneren Lobenlinie gibt Karpinsky leider keine Abbildungen) ursprünglich triänid zerschlitzt. Wo dicranide Zerschlitzung vorkommt, ist sie aus dem triäniden Typus entstanden, indem die Ventralinzision und Ventralzacke eine Wachstumsbeschleunigung erfahren haben. Seine Beobachtungen an Formen der Gattung *Popanoceras* Hyatt lassen den Verlauf dieser Umwandlung klar erkennen[1]. Der primäre Laterallobus sowie die Umschlagloben werden bei *Popanoceras Romanowskyi*

[1] Da diese Vorgänge bei den bipolaren Ammonoidea in ganz entsprechender Weise verlaufen, sei auf Tabelle B verwiesen.

Karp. (Taf. V Fig. 6) triänid zerschlitzt und auch die Altersloben-linie entspricht diesem Typus. Bei *P.* sp. *indet* (cf. *Parkeri* Heilprin) (Taf. V Fig. 5) wird durch eine Inzision an dem Lobenkörper von L ein kleinerer Ventralabschnitt abgegliedert, während die Zerschlitzung der Umschlagloben noch dem ursprünglichen triäniden Typus entspricht. Die abweichende Ausgestaltung von L ist dahin zu deuten, daß die Anlage der Dorsalinzision verzögert oder unterdrückt worden ist. Bei *P. Krasnopolskyi* Karp. (Taf. V Fig. 10) ist die Rückbildung der Dorsalinzision sowie der Dorsalzacke schon soweit vorgeschritten, daß die Ventralinzision (v) von vornherein median auftritt und damit zu m_v wird. Die Umschlagloben sind auch hier typisch triänid. Bei *P. Kingianum* Vern. (Taf. V Fig. 8) wird L ebenfalls durch eine median angelegte Inzision dicranid zerschlitzt, während die Umschlagloben alle Übergänge zum triäniden Typus zeigen. Der dem primären Lateral-lobus benachbarte Umschlaglobus wird ebenfalls durch eine median auftretende Inzision (m_v) zerschlitzt (Fig. 8 b), doch verrät das folgende Stadium (Fig. 8 c), daß der Dorsalabschnitt des voraufgehenden Stadiums das Äquivalent von Dorsalzacke + Mittelzacke darstellt; denn es werden jetzt die in ihm latent vorhandenen beiden Zacken gesondert und der Lobus zeigt deutlich den triäniden Typus, wenn auch infolge der stärkeren Ausprägung der Ventralzacke die Symmetrie gestört ist. Diese wird in der Folge wieder hergestellt, indem auf der Ventralflanke des Lobus symmetrisch zu d eine neue Inzision (v′) angelegt wird (Fig. 8 d). Der zweite nabelwärts von L gelegene Umschlaglobus wird zunächst noch typisch triänid zerschlitzt (Fig. 8 c), in der Folge erfahren aber Ventralinzision und Ventralzacke eine starke Wachstumsbeschleunigung, und der in Frage kommende Lobus bietet jetzt (Fig. 8 d) das gleiche Bild dar, wie es an dem ventral davon gelegenen Umschlaglobus auf einem jüngeren Stadium (Fig. 8 c) beobachtet wurde.

Die Inzisionen werden als Kerben, deren Spitzen[1] auf den Mittelpunkt des betreffenden Lobus gerichtet sind, angelegt,

[1] Da die Lobenlinie nicht eine mathematische Kurve, sondern ein physisches Gebilde ist, kann dieser Ausdruck hier nur relative Bedeutung haben. Das Entscheidende liegt darin, daß die Inzisionen im Stadium der beginnenden Zerschlitzung im Vergleich zu den abgerundeten Blättern das spitzere Element darstellen, während sich späterhin dies Verhältnis gerade umkehrt.

während die dazwischen gelegenen Blätter (Zacken) gerundete Formen aufweisen. Im Verlauf der weiteren Entwicklung erfahren die Blätter eine Zuspitzung und werden damit zu Zacken; die Inzisionen nehmen dagegen gerundete Formen an. Diese Umwandlung wird im allgemeinen an denjenigen Loben am weitesten vorgeschritten sein, an denen die Zerschlitzung zuerst aufgetreten ist, d. h. an den der Externseite zunächst liegenden Loben. Einige von KARPINSKY (1889) auf Taf. I Fig. 1 n abgebildete Lobenlinien von *Medlicottia artiensis* GRUEN veranschaulichen dies aufs deutlichste. Auf Grund der obigen Ausführungen, die die monopolare Zerschlitzung in ihrer ältesten und ursprünglichsten Form vor Augen führen, lassen sich die folgenden zusammenfassenden Sätze aufstellen:

1. Die monopolare Zerschlitzung (Lobenzerschlitzung) der Ammonoidea tritt zuerst an carbonischen Formen auf. Sowohl phylogenetisch wie ontogenetisch macht sie sich zunächst an den der Mediane des Tieres benachbarten Loben geltend und greift im Verlauf der weiteren Entwicklung sowohl von der Ventralseite wie von der Dorsalseite her auf die nach dem Nabel zu gelegenen Loben über.
2. Die ursprüngliche Form der Lobenzerschlitzung entspricht dem triäniden Typus[1], und zwar wird der Lobengrund durch zwei symmetrisch zur Mittellinie des betreffenden Lobus gleichzeitig und in gleicher Ausprägung auftretende Inzision in drei Blätter (-zacken) gegliedert, von denen normalerweise das Mittelblatt am stärksten entwickelt ist.

   Sekundär kann der triänide Typus in den dicraniden umgewandelt werden, indem eine der beiden Inzisionen und das ihr entsprechende Blatt eine Wachs-

[1] Eine Ausnahme macht der Internlobus, der anscheinend in vielen Fällen von vornherein dicranid zerschlitzt wird.

tumsbeschleunigung erfährt. Sämtliche Loben einer Sutur zeigen diese Umwandlung übereinstimmend an der gleichnamigen Inzision. Wo diese Umwandlung eintritt, macht sie sich sowohl in der Phylogenie wie in der Ontogenie zunächst an den der Ventralseite des Ammoniten genäherten Loben geltend, schreitet aber später kontinuierlich in umbonaler Richtung vor.

3. Sowohl in der Stammesgeschichte wie in der Entwicklung des Individuums wird der Lobengrund zunächst durch Inzisionen (Kerben), die auf den Mittelpunkt des betreffenden Lobus gerichtete Spitzen aufweisen, in mehrere gerundete Abschnitte (Blätter) gesondert. Im Verlauf der weiteren Entwicklung wird dies Verhältnis gerade umgekehrt, die Blätter spitzen sich zu und werden damit zu Zacken, die Inzisionen erfahren dagegen eine Abrundung. Diese Umwandlung macht sich wiederum zuerst an den der Schalenmediane zunächst liegenden Loben geltend.

Es tritt also klar hervor, daß die ursprüngliche Zerschlitzung wie alle sie modifizierenden Vorgänge von den medianen Zonen der Schale ihren Ausgang nehmen. Wenn sich E und I in vielen Fällen abweichend verhalten, so ist das kaum überraschend, da sie infolge ihrer Lage eine Sonderstellung einnehmen. Im Verlauf der weiteren Entwicklung kann der oben dargestellte Grundtypus der monopolaren Zerschlitzung die mannigfaltigsten Ergänzungen und Modifikationen erleiden. In allen Fällen wird die Zahl der Inzisionen vermehrt, d. h. die Zerschlitzung greift auf die seitlichen Abschnitte eines jeden Lobus über. Das Vorschreiten der Zerschlitzung ist in allen Stadien zu beobachten. Bei *Ceratites* DE HAAN, *Tirolites* MOJS. u. a. haben wir zwar eine größere Zahl von Inzisionen, aber diese sind noch auf den Grund der Loben beschränkt. Bei *Monophyllites* MOJS. klettert die Zerschlitzung

sozusagen an den Flanken der Loben empor und nur die Scheitelpartien der Sättel bleiben unzerschlitzt und bilden die für diese Formen so charakteristischen ganzrandigen Endblätter. Bei weiterem Vorschreiten der Zerschlitzung verschwindet auch dies Endblatt und die ganze Lobenlinie ist gleichmäßig gezackt (*Trachyceras* Laube).

Durch die Zerschlitzung wird die ursprüngliche ganzrandige Begrenzung der Loben und Sättel zu einer Wellenlinie, deren Rückbiegungen sich wie die ursprünglichen Rückbiegungen (-Loben) verhalten, d. h. sekundär triänid zerschlitzt werden können, während die Vorwölbungen den Sätteln vergleichbar einfache, gerundete Begrenzungen beibehalten (vgl. *Monophyllites* Mojs.).

II. Bipolarer Typus.

1. Primäre Zerschlitzung.

a) Genese der Bipolarität.

Bei den hierher gehörigen Formen nimmt die Zerschlitzung sowohl von den Scheiteln der Sättel[1] wie vom Grunde der Loben ihren Ausgang, so daß die Flanken der einzelnen Suturelemente am längsten ihre einfache, unzerschlitzte Form beibehalten. Dieser Modus der Zerschlitzung hat sich wahrscheinlich schon bei den triadischen Phylloceraten herausgebildet, doch stehen dies beweisende ontogenetische Untersuchungen noch aus. Jugendstadien des dem Lias γ entstammenden *Phylloceras ibex* Quenstedt (vgl. Pompeckj 1893, p. 23, Fig. 1) zeigen dagegen diesen Vorgang schon in klarster Ausprägung. Wahrscheinlich hat sich der bipolare Typus aus solchen monopolaren Formen herausgebildet, bei denen die Zerschlitzung vom Grunde der Loben aus bis zu den Scheiteln der Sättel vorschreitet. Vielfach beobachtet man nun in diesem Fall, z. B. bei Angehörigen der Gattungen *Monophyllites* Mojs. und *Mojsvarites* Pomp., daß die beiden, dem Sattelscheitel zunächst liegenden Inzisionen eine besonders kräftige Ausprägung erfahren (vgl. die von Pompeckj 1895, p. 19 ab-

[1] Fig. 12 Abb. 2, 3 läßt klar erkennen, daß die Zerschlitzung der Sättel unabhängig von derjenigen der Loben verläuft, denn der Externsattel sowie der Lateralsattel weisen schon je zwei Inzisionen am Scheitel auf, während die Loben noch vollkommen ungegliederte Umgrenzungen besitzen.

gebildete Lobenlinie von *Monophyllites planorboides* Gümb.). Die in der vorliegenden Arbeit niedergelegten Beobachtungen zeigen zur Genüge, daß eine Inzision, die bei der Stammform im Alter eine stärkere Ausprägung erfährt, diese Umwandlung bei den Nachkommen auf immer früheren Stadien der Entwicklung erleidet und schließlich auch vorzeitig angelegt wird, womit im vorliegenden Fall der Übergang zur bipolaren Zerschlitzung gegeben wäre. Diese macht sich zuerst auf der Ventralseite, etwas später auch auf der Dorsalseite geltend und schreitet von beiden Seiten her kontinuierlich gegen die Naht zu vor die einzelnen Suturelemente, gleichgültig ob Lobus oder Sattel, in der angegebenen Reihenfolge ergreifend (Abweichungen wie z. B. Fig. 12 Abb. 3 sind verhältnismäßig selten und müssen als Anomalien angesehen werden).

Trotz des soeben dargelegten genetischen Zusammenhanges zeigen die vom Lobengrund und die vom Sattelscheitel ihren Ursprung nehmenden Zerschlitzungsvorgänge vielfach abweichendes Verhalten, es empfiehlt sich deshalb, diese Vorgänge getrennt zu betrachten.

b) Zerschlitzung der Loben.

Diese entspricht durchaus den bei Behandlung des monopolaren Typus aufgestellten Leitsätzen. Auch bei den Ammoniten des unteren und mittleren Lias setzt die Zerschlitzung zunächst am Externlobus ein. Schon bei Betrachtung der permo-carbonischen Formen wurde darauf hingewiesen, daß dieser Lobus sehr bald seine triänide Grundform aufgibt und daß infolge der sich an den seitlichen Teilen des Lobus geltend machenden Wachstumsbeschleunigung ein „Mediansattel" herausgebildet wird (vgl. Tab. A). Bei den Ammoniten des unteren Lias setzt diese Wachstumsbeschleunigung so frühzeitig ein, daß es schon vor Anlage der Inzisionen zur Aufwölbung eines Mediansattels kommt. Infolgedessen wird die ursprüngliche triänide Zerschlitzung unterdrückt, da die Inzisionenbildung (Einkerbung) immer von der konvexen Seite der Loben und Sättel her geschieht und die Inzisionen mit ihren Spitzen auf den Mittelpunkt der betreffenden Elemente gerichtet sind. Der Mediansattel verhält sich also in der Folge wie jede andere Vorbiegung der Lobenlinie und wird durch zwei symmetrisch zu seiner Mittellinie gelegene Inzisionen tripartit zerschlitzt. Gliedern diese zwei, im Verhältnis zum Mittelblatt nur unbedeutende Seitenblätter ab, so ist der Median-

sattel spitz dachförmig gestaltet (Fig. 33 a, Fig. 16 Abb. 6—8). In dem Maße, wie sich das Größenverhältnis zwischen den Seitenblättern und dem Mittelblatte zuungunsten des letzteren verschiebt, nimmt der Mediansattel breitere Gestalt an. Ist dieser Vorgang so weit vorgeschritten, daß das Mittelblatt nicht höher emporragt als die Seitenblätter oder diesen gar an Umfang nachsteht, so erscheint er abgeplattet (Fig. 33 b; vgl. auch D'ORBIGNY 1842—49. Bd. 1. Pl. 191 u. 196). Eine Abplattung des Mediansattels kann auch eintreten, wenn das Mittelblatt durch eine sich flach ausbreitende Inzision geteilt wird (Fig. 33 c, Fig. 26). In bezug auf die systematische Verwertung des Mediansattels ist zu bemerken, daß die dachförmige Ausgestaltung wahrscheinlich als die ursprünglichere Form anzusehen ist. Die Herausbildung abgeplatteter Formen kann, wie oben ausgeführt, auf die mannig-

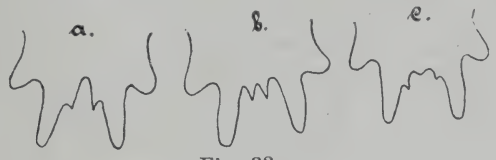


Fig. 33.

faltigste Weise vor sich gehen. Schon an den als Beispiele monopolarer Zerschlitzung angeführten Lobenlinien der von KARPINSKY (1889) beschriebenen Arten der Gattung *Popanoceras* HYATT werden die beiden Äste von E infolge ihres schnelleren Wachstums sehr bald durch eine Inzision gespalten. Meistens ist der dem Mediansattel benachbarte Abschnitt etwas länger als der andere, doch wird in einem Fall (Taf. V Fig. 6 b) zunächst ein kleinerer, mittlerer Abschnitt von einen größeren seitlichen Abschnitt gesondert. Ein späteres Stadium derselben Spezies zeigt dagegen ganz andere Verhältnisse, die nach der Lobenmitte zu gelegene Zacke hat an Umfang zugenommen, während die seitliche Zacke ihr jetzt an Größe nachsteht. Diese Tendenz, den nach der Mitte zu gelegenen Teil der Seitenäste stärker auszuprägen, macht sich auch am Externlobus der bipolaren Formen geltend. Bei *Psiloceras planorbe* QUENST. (Fig. 12) werden zunächst die Seitenäste von E in zwei gleiche Abschnitte, die sich auch in der Folge gleichartig entwickeln, geteilt. Die an den Flanken durch später hinzutretende Inzisionen

abgegliederten Zacken werden ebenfalls relativ kräftig ausgeprägt. Bei *Aegoceras planicosta* Sow. (Fig. 14) und *Praederoceras ziphus* Hehl (Fig. 16, 17) werden die letztgenannten Inzisionen nicht mehr angelegt. Die beiden Hauptzacken, in die jeder der Äste von E gespalten wird, sind anfangs nahezu gleich stark, späterhin bleibt aber die seitliche Zacke zurück.

Der primäre Laterallobus und die Umschlagloben zeigen als ursprünglichste Form der Zerschlitzung den triäniden Typus, doch kann dieser infolge beschleunigten Wachstums einer der beiden Hauptinzisionen sowie der entsprechenden Zacke in den pseudodicraniden Typus übergehen. Dieser Vorgang erfolgt übereinstimmend an allen Loben einer Sutur immer nur an der Dorsalinzision oder Ventralinzision und ist um so weiter fortgeschritten, je weiter der betreffende Lobus von der Naht entfernt ist.

Für die Systematik ist nicht so sehr der Grad der Umwandlung von Bedeutung, wie die genaue Feststellung, ob die Ventralzacke oder Dorsalzacke eine Wachstumsbeschleunigung erfahren hat. Bei den Lytoceraten wird anscheinend die Ventralzacke rückgebildet und die Dorsalzacke erfährt eine Wachstumsbeschleunigung (vgl. J. P. Smith 1898, Pl. XVIII), während bei Angehörigen der Gattungen *Aegoceras* Waag., *Schlotheimia* Bayle usw. stets das umgekehrte Verhältnis beobachtet wurde.

Psiloceras planorbe Sow. zeigt noch den unveränderten triäniden Typus. Die den Übergang in den pseudodicraniden Typus bewirkende Wachstumsbeschleunigung der Ventralzacke wird sich bei älteren Formen erst in der Alterslobenlinie und da auch nur an den dem Externlobus benachbarten Loben geltend machen (Fig. 16 Abb. 8, vgl. auch Tab. B). Bei den Nachkommen solcher Formen wird sich das Einsetzen dieser Umwandlung auf ein immer früheres Stadium verschieben und schließlich dahin führen, daß an demjenigen Lobus, der dem Externlobus am nächsten gelegen (bei den Formen des unteren Lias, die keine Adventivloben besitzen, ist dies immer der primäre Laterallobus), die Ventralinzision in der Anlage vorauseilt. Es wird dadurch zunächst die Ventralzacke abgegliedert, während ein größerer dorsaler Abschnitt erst später in Mittelzacke und Dorsalzacke gespalten wird. Spätere Glieder dieser Reihe werden auch an den Umschlagloben die Ventralinzision vorzeitig herausbilden (vgl. *Aegoceras planicosta* Sow. Fig. 14; *Deroceras ziphus* Hehl Fig. 16). Im weiteren

Verlauf der Phylogenie wird sich die erste Anlage der Ventralinzision immer mehr der Mediane nähern und schließlich wird der Fall eintreten, daß die Ventralzacke bei Anlage der Inzision schon die gleiche Ausdehnung besitzt wie der das Äquivalent von Mittelzacke + Dorsalzacke darstellende Teil des Lobus; dieser wird somit bereits in seiner ersten Anlage dicranid erscheinen. Doch tritt häufig im Verlauf der weiteren Entwicklung der ursprünglich triänide Charakter vorübergehend zutage, wenn die Dorsalinzision angelegt wird (Fig. 14 Abb. 6). Sehr bald tritt aber auch am Ventralabschnitt eine Inzision hinzu (Fig. 14 Abb. 7), die sich symmetrisch zur Dorsalinzision ausbildet, wodurch der pseudodicranide Habitus wieder vollständig hergestellt wird. Die Verzögerung in der Anlage der Dorsalinzision kann so weit gehen, daß diese gleichzeitig mit der ventralen Lateralinzision auftritt. In diesem Falle erinnert in der Ontogenie des betreffenden Lobus nichts mehr an den ursprünglichen triäniden Typus, doch wird man im allgemeinen an den nabelwärts gelegenen Umschlagloben Übergänge zum triäniden Typus erkennen (vgl. Fig. 20 u. 21 *Ophioceras raricostatum* v. Ziet.). Ist dieser Umwandlungsprozeß abgeschlossen, so sind die Loben wieder symmetrisch gegliedert, doch liegt jetzt nicht mehr eine Zacke, sondern eine Inzision in der Mittellinie. Das Endstadium ist natürlich dasselbe, wenn die Dorsalzacke stärker ausgeprägt wird. Es ist deshalb falsch, ohne weiteres die Formen mit dicraniden Loben zusammenzufassen und denjenigen, deren Lobenzerschlitzung dem triäniden Typus entspricht, gegenüberzustellen, sondern sie müssen je nach ihrer Genese zu den triäniden Formen mit starker Ventralzacke oder denen mit stärker entwickelter Dorsalzacke gestellt werden. Es empfiehlt sich also deshalb immer, die ventral-dicraniden und die dorsal-dicraniden Formen streng auseinander zu halten. Anhaltspunkte für diese Trennung liefern meistens die in der Nähe der Naht gelegenen Loben, wenn nicht als regelmäßige Erscheinung, so doch an dem einen oder anderen Stück als Atavismus. Im andern Fall muß bei verwandten Formen, bei denen diese Umprägung noch nicht so weit vorgeschritten ist, nach Anhaltspunkten gesucht werden[1].

[1] Es ist durchaus nicht unwahrscheinlich, daß sich der dicranide Zerschlitzungsmodus bei dem einen oder anderen Formenkreis in einer anderen Weise herausgebildet hat, entweder direkt aus dem goniatitischen Stadium oder durch Spaltung der Mittelzacke der triäniden Loben.

Eine Zusammenstellung der einzelnen Stadien des dargelegten Entwicklungsganges gibt die Tabelle B.

Auf der Dorsalseite setzt die Lobenzerschlitzung bedeutend später ein und macht sich zunächst am Internlobus geltend. Dieser wird bei den Formen des unteren Lias zunächst durch eine mediane Inzision gespalten. Bei *Psiloceras planorbe* Sow. (Fig. 12) wird jederseits durch eine kräftig ausgeprägte Inzision eine Seitenzacke abgegliedert. Das gleiche Bild bietet *Praederoceras ziphus* Hehl (Fig. 16, 17) auf jüngeren Stadien dar, doch treten bei dieser Form später noch weitere Seiteninzisionen hinzu, die alle annähernd gleich stark ausgeprägt werden. Bei den Perisphinctiden fehlt dagegen die mediane Inzision, I läßt sich in diesem Falle ohne Schwierigkeiten auf den triäniden Grundtypus zurückführen.

Die inneren Umschlagloben zeigen durchaus analoge Verhältnisse wie die äußeren Umschlagloben, wird aber bei den letzteren die Ventralinzision stärker ausgeprägt, so geschieht das gleiche bei den ersteren mit der Dorsalinzision (Fig. 15 Abb. 5, Fig. 16 Abb. 6—8, Fig. 22 Abb. 3, Fig. 23 Abb. 4).

c) Zerschlitzung der Sättel.

Die Zerschlitzung der Sättel stimmt in hohem Grade mit derjenigen der Loben überein. Nach der oben gegebenen Ableitung der bipolaren Zerschlitzung vom monopolaren Typus ist es selbstverständlich, daß eine Gliederung der Sättel durch zwei gleichzeitig auftretende und symmetrisch zur Sattelmediane gelegene Inzisionen als der ursprüngliche Zerschlitzungsmodus anzusehen ist. Die Sättel werden dadurch ebenso wie die Loben in drei Blätter gegliedert und diese Art der Sattelzerschlitzung deshalb als tripartit bezeichnet. Später können nach den Flanken zu noch weitere Inzisionen hinzutreten. Diese Art der Sattelzerschlitzung findet sich bei den älteren Formen sämtlicher an der Rhät-Lias-Grenze entspringenden Stammreihen, zumindest auf jugendlichem Stadium. Als Beispiele hierfür können gelten: *Psiloceras planorbe* Sow. (Fig. 12), *Aegoceras bifer* Quenst. (Fig. 15), *Aeg. planicosta* Sow. (Fig. 14), *Phylloceras ibex* Quenst. (Pompeckj 1893, p. 23). In entsprechender Weise, wie sich der triänide Lobentypus in den dicraniden umwandelte, wird der tripartite Sattel infolge stärkerer Ausprägung der einen der beiden Hauptinzisionen in den bipartiten übergeführt. Während aber im ersteren Fall sämtliche Loben der

äußeren Lobenlinie die stärkere Ausprägung übereinstimmend immer nur an der Ventral- oder an der Dorsalinzision zeigten, liegen die Verhältnisse bei der Sattelzerschlitzung nicht so einfach. Denn wird an einem Sattel die Dorsalinzision und das entsprechende Blatt stärker entwickelt, so geschieht das gleiche an dem benachbarten Sattel mit der Ventralinzision, so daß sich zwei benachbarte Sättel immer symmetrisch zur Mittellinie des zwischen ihnen gelegenen Lobus ausgestalten, welchem Umstande die Bezeichnungsweise der Sattelinzisionen natürlich Rechnung tragen muß. Diese Wachstumsverhältnisse erklären sich ungezwungen aus der verschiedenartigen Entstehungsweise der Loben und Sättel. Denn wie schon im einleitenden Abschnitt dieser Arbeit dargelegt wurde, geschieht die Vermehrung der Suturelemente normalerweise, indem die Sättel durch Anlage neuer Loben gespalten werden. Der Lobus ist also im eigentlichen Sinne das neu entstehende Element, das symmetrisch gestaltet ist, während die beiden benachbarten Sättel nur das von dem ursprünglichen Sattel Übrigbleibende darstellen.

Die stärkere Ausprägung der einen oder anderen Inzision (α oder β) tritt natürlich zuerst am Externsattel in Erscheinung und greift erst später der Reihe nach auf die nabelwärts folgenden Sättel über. Bei den Formen, welche die Anfänge dieser Umprägung zeigen, werden die Sättel zunächst typisch tripartit gegliedert und erst auf einem späteren Stadium erfährt eines der Seitenblätter sowie die entsprechende Inzision eine Wachstumsbeschleunigung. Gemäß dem Gesetz, daß die Organismen die Ontogenie ihrer Vorfahren nur in abgekürzter Form wiederholen und ihre endgültige Gestalt auf direktem Wege zu erreichen suchen, ist als Progression der soeben beschriebenen Entwicklung zu erwarten, daß die betreffende Inzision vorzeitig angelegt wird. Diese wird dann stärker ausgeprägt und nähert sich infolge beschleunigten Wachstums des entsprechenden Blattes der Sattelmediane (Fig. 16). Im Verlauf der Phylogenie wird der Ort der Anlage der bevorzugten Inzision immer mehr der Sattelmediane genähert, während die andere Inzision immer später auftritt und das dadurch abgegliederte Seitenblatt nur geringen Umfang hat. Im Grenzfall tritt die erste Anlage der bevorzugten Inzision genau in der Sattelmediane auf, während sich die Anlage der anderen Inzision so weit verzögert, daß sie gleichzeitig mit

einer symmetrisch dazu gelegenen Inzision herausgebildet wird. Damit ist die Umwandlung des tripartiten Typus der Sattelzerschlitzung in den bipartiten abgeschlossen und diese verläuft wieder symmetrisch zur Sattelmediane. Auch hier ist stets zu ermitteln, aus welcher der beiden ersten Inzisionen des tripartiten Sattels die Medianinzision hervorgegangen ist, und darnach streng zwischen μ_α und μ_β zu unterscheiden, was in entsprechender Weise wie bei der dicraniden Lobenzerschlitzung zu geschehen hat [1]. Welche Stadien bei der Herausbildung der bipartiten Sattelzerschlitzung zu unterscheiden sind, ergibt sich aus Tabelle C, welche die Umwandlung von β zu μ_β veranschaulicht [2].

Es sei noch hervorgehoben, daß die beschriebenen Umwandlungen bei der Loben- und Sattelzerschlitzung unabhängig voneinander verlaufen, daß also bei einer Form die Zerschlitzung der Loben schon dem dicraniden Typus entspricht, während die Zerschlitzung der Sättel noch den ursprünglichen tripartiten Typus zeigt (oder umgekehrt), wie das in den schematisierten Abbildungen der Tabellen B und C auch zum Ausdruck gebracht wird.

2. Sekundäre Zerschlitzung.

Wie schon erwähnt wurde, treten die Inzisionen in erster Linie an den stark gekrümmten Scheiteln der Loben und Sättel auf. Diese erfahren zunächst an den entsprechenden Stellen eine gewisse Abflachung, sobald aber die Inzisionen deutlich ausgeprägt sind, haben sie die Gestalt von Kerben, deren Spitzen etwa auf den Mittelpunkt des betreffenden Lobus oder Sattels gerichtet sind, und diese Elemente in eine Anzahl gerundeter Blätter gliedern. In der Folge erfahren die Kerben eine Abrundung der Spitzen, so daß sich der Unterschied zwischen diesen und den Blättern immer mehr verwischt. Die Sutur nimmt somit wieder die Form einer nur aus gerundeten Vor- und Rückbiegungen bestehenden Wellenlinie an, die sich aber von der embryonalen Lobenlinie dadurch unterscheidet, daß jede der primären Wölbungen (Loben und Sättel) in eine Anzahl von Vor- und Rückbiegungen aufgelöst ist. Die weitere Entwicklung zeigt eine

[1] Siehe Fußnote auf p. 459.

[2] Alle diese Vorgänge sind am besten an der äußeren Hälfte der Lobenlinie zu beobachten, während die Sättel der inneren Lobenlinie infolge der seitlichen Kompression verzerrt erscheinen.

übereinstimmende Ausgestaltung der Rückbiegungen einerseits und der Vorbiegungen andererseits, was um so auffälliger ist, als es sich hier um die Zusammenfassung durchaus heterogener Bestandteile handelt. Denn die Rückbiegungen sind aus den Sattelinzisionen und den Lobenblättern, die Vorbiegungen aus den Sattelblättern und Lobeninzisionen hervorgegangen.

Die Differenzierung der ursprünglichen goniatitischen Lobenlinie begann mit der triäniden Ausgestaltung der Rückbiegungen (= Loben), es wurde so der monopolar zerschlitzte Typus herausgebildet. Ein analoges Verhalten zeigt die bipolar zerschlitzte Sutur, nachdem durch Abrundung der Inzisionen wieder eine Wellenlinie entstanden ist, indem deren Rückbiegungen eine sekundäre Zerschlitzung erleiden, während die Vorbiegungen zunächst noch undifferenziert bleiben. Der in Fig. 12 dargestellte Entwicklungsgang der Lobenlinie von *Psiloceras planorbe* Sow. zeigt diese Verhältnisse aufs deutlichste. In Abb. 2 ist der Externsattel durch zwei spitze, symmetrisch zueinander gelegene Einkerbungen triänid zerschlitzt, auf entsprechendem Stadium steht der Lobus U_{IV} auf Abb. 4. Die Abrundung der Inzisionen des Externsattels macht sich bereits in Abb. 3 bemerkbar, tritt aber noch deutlicher in Abb. 4 hervor. Die Lobeninzisionen zeigen zunächst den gleichen Entwicklungsgang, sie sind an L in Abb. 4 noch spitz, in Abb. 5 dagegen schon abgerundet. Die sekundäre Zerschlitzung der Rückbiegungen ist in Abb. 4 bereits angedeutet, in Abb. 5 aber schon typisch ausgeprägt. Auf dem letzteren Stadium sind die primären Sattelinzisionen und Lobenzacken sekundär triänid zerschlitzt und zugespitzt, während die zwischen ihnen liegenden Vorbiegungen (Sattelblätter und Lobeninzisionen) unzerschlitzt bleiben und als große ganzrandige, ovale Blätter, die den Lobenlinien von *Psiloceras* und *Phylloceras* ihr charakteristisches Gepräge geben, abgegliedert werden. Diese blattförmigen Abgliederungen sind durch die triänide Zerschlitzung der Rückbiegungen bedingt, denn durch deren Seitenzacken wird die Basis der Vorbiegungen eingeengt. Da diese Verhältnisse bei den Phylloceraten besonders deutlich hervortreten, ist es wohl angezeigt, Lobenlinien, bei denen die durch primäre Zerschlitzung entstandenen Rückbiegungen sekundär zerschlitzt werden, während die Vorbiegungen als ganzrandige Blätter erhalten bleiben, phylloceat zu nennen.

Etwa an der unteren Grenze der Juraformation treten zum erstenmal Formen auf, bei denen auch die Vorbiegungen der primär zerschlitzten Lobenlinie sekundäre Zerschlitzung erleiden. Dies Ereignis ist ein wichtiger Markstein in der Stammesgeschichte der Ammonoidea, da es die für die Lobenlinien der Jura- und Kreideammoniten so außerordentlich charakteristische feine Verästelung einleitet. Wie die Zerschlitzung der Rückbiegungen an der primär zerschlitzten Lobenlinie in ihrer ursprünglichen Form eine sekundäre Wiederholung der triäniden Lobenteilung darstellte, so entspricht auch die ursprünglichste Form der sekundären Differenzierung der Vorbiegungen durchaus dem tripartiten Typus der Sattelzerschlitzung. Dies gilt sowohl für diejenigen Vorbiegungen, die aus den Lobeninzisionen hervorgegangen sind, wie diejenigen, die auf Sattelblätter zurückzuführen sind. Für die erste Gruppe möge die Ventralinzision des Laterallobus von *Praederoceras ziphus* Hehl (Fig. 16 Abb. 8) als Beispiel dienen. In Abb. 3 tritt diese Inzision als spitze Kerbe hervor, die in der Folge (Abb. 4—6) abgerundet wird. Infolge sekundärer Zerschlitzung der Lobenzacken wird sie als ein ovales Blatt ähnlich wie bei den Phylloceraten abgegliedert (Abb. 7). An den Alterslobenlinien (Abb. 8) ist das Blatt bereits durch zwei Sekundärinzisionen in zwei Seitenblätter und ein Mittelblatt gegliedert, und das letztere durch zwei entsprechende Einkerbungen schon tertiär zerschlitzt. Die in Frage kommende Vorwölbung hat somit ganz das Aussehen eines Sattels angenommen, doch hat sie damit nichts zu tun, da es sich um Elemente von ganz verschiedener Rangordnung handelt, was auch in der Art der Zerschlitzung zum Ausdruck kommt. Denn hier ist sie noch typisch tripartit, während an den Sätteln die primäre Zerschlitzung schon den Übergang zum bipartiten Typus zeigt. Der in Fig. 17 dargestellte Entwicklungsgang eines anderen Exemplares derselben Art zeigt diese Verhältnisse mit gleicher Deutlichkeit. Bei *Placenticeras pacificum* Smith (vgl. J. P. Smith, 1900, Plate XXVII und XXVIII) werden beide Hauptinzisionen des Laterallobus sattelartig ausgestaltet, und zwar ist die Umwandlung so vollständig, daß die aus den beiden Inzisionen hervorgehenden Vorwölbungen sich von den wirklichen Sätteln in der Alterslobenlinie durch nichts unterscheiden. Hinzu kommt noch, daß eine Inzision des Externsattels ganz die Größe und Gestalt eines Lobus erlangt. Aber

auch in solchen Fällen, wo die Inzisionen an der Alterslobenlinie sowohl in bezug auf Größe wie Art der Ausgestaltung den Loben und Sätteln vollkommen gleichen, sind sie doch von den letzteren zu trennen, da Inzisionen und Suturelemente in der verschiedenen Gesetzmäßigkeit ihrer Anlage die weitgehendsten Unterschiede aufweisen.

Besonders geeignet für das Studium der sekundären Zerschlitzung sind aber die primären Sattelblätter. In typischen Fällen stellt deren Differenzierung eine Wiederholung der primären Zerschlitzung des betreffenden Sattels dar. So wird z. B. jedes Blatt des typisch tripartiten Externsattels von *Aegoceras bifer* Quenst. (Fig. 15 Abb. B 2) sekundär in der gleichen Weise geteilt. Geht die primäre Sattelzerschlitzung in den bipartiten Typus über, so zeigt die sekundäre Zerschlitzung der Sattelblätter zunächst noch den ursprünglichen tripartiten Typus (vgl. Fig. 16 Abb. 7, Fig. 18 Abb. 4), doch wird er schließlich auch hier in die dicranide Form umgewandelt, so daß zuletzt primäre und sekundäre Zerschlitzung wieder Übereinstimmung aufweisen. In anschaulicher Weise treten diese Verhältnisse in der Entwicklung von *Cycloceras Maugenestii* d'Orb. (Fig. 19) hervor. Bei dieser Form wird der Externsattel durch ein von vornherein median angelegtes μ_β (Abb. 1) typisch dicranid zerschlitzt, α tritt gleichzeitig mit dem symmetrisch dazu gelegenen β' hervor, die dicranide Symmetrie ist also vollständig ausgeglichen (Abb. 2). Die sekundäre Zerschlitzung zeigt dagegen noch Anklänge an den tripartiten Typus. Zwar werden die Sattelblätter β/β' und β/α zunächst durch je eine Sekundärinzision dicranid zerschlitzt (Abb. 2), doch tritt bald hervor, daß die nach der Mitte zu gelegenen Äste den äußeren nicht gleichwertig sind, denn die letzteren werden sehr bald durch die in der Anlage verzögerten α_2-Inzisionen[1] gegliedert, während die ersteren zunächst noch keine weitere Differenzierung erfahren. Dies zeigt in Abb. 3 das Blatt μ_β/α und in Abb. 4 das Blatt μ_β/β' sehr deutlich, auf dem letzteren Stadium ist der nach μ_β zu gelegene Teil des Blattes μ_β/α bereits durch eine Inzision gegliedert, doch ist diese später als α_2 angelegt worden und steht ihr auch noch an Stärke der Ausprägung nach. Es ist aber leicht einzusehen, daß bei noch weitergehender Verzögerung der Herausbildung von α_2 der Punkt erreicht wird, wo diese Inzision gleich-

[1] Betreffs der Bezeichnung der Sekundärinzisionen siehe p. 395.

zeitig mit der an dem Sekundärblatt μ_β/β_2 auftretenden angelegt wird, und somit auch in der sekundären Zerschlitzung die dicranide Symmetrie vollständig erreicht ist.

Die Umwandlung des tripartiten Typus in den bipartiten verläuft hier also in derselben Weise wie bei der primären Zerschlitzung. Diese Übereinstimmung kommt aber auch in einem anderen Punkte zum Ausdruck. Bei Behandlung der primären Sattelzerschlitzung wurde als deren Charakteristikum gegenüber der Lobenzerschlitzung hervorgehoben, daß beim Übergang vom tripartiten zum bipartiten Typus nicht an allen Sätteln übereinstimmend die Ventral- oder die Dorsalinzision stärker ausgeprägt wird, sondern daß dies an benachbarten Sätteln symmetrisch zur Mittellinie des die beiden Sättel trennenden Lobus gelegenen Inzisionen erfolgt. In ganz entsprechender Weise geschieht dieser Übergang bei der sekundären Sattelzerschlitzung, denn wie Fig. 19 Abb. 4 zeigt, erfahren an den beiden Blättern β'/μ_β und μ_β/α die dem lobenartig ausgestalteten μ_β zunächst gelegenen Sekundärinzisionen eine verstärkte Ausprägung.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß auch die Lobenzerschlitzung der bipolaren Formen den bei Behandlung des monopolaren Typus aufgestellten Leitsätzen entspricht. Für die Sattelzerschlitzung gelten diese Sätze mit der Einschränkung, daß beim Übergang in den bipartiten Typus immer diejenigen Inzisionen in die Sattelmediane rücken, die symmetrisch zur Mittellinie des die Sättel trennenden Lobus gelegen sind.

Eine Übersicht der einzelnen Stadien, die in der Morphogenie der Zerschlitzung zu unterscheiden sind, gibt Tabelle D.

IV. Versuch einer systematischen Gliederung der jurassischen Neoammonoidea, insbesondere der Psiloceratoidea Wedek.

Vorbemerkungen.

Wie schon erwähnt wurde, hat Wedekind die Ammonoidea nach dem verschiedenen Verhalten ihrer Lobenlinien systematisch gegliedert (1916 a, p. 194; 1917, p. 103). Diener hat diesen mehr als Anregung wie als endgültiges Ergebnis gedachten systematischen Überblick einer Kritik unterzogen (1916), da Herr Prof. Wedekind schon darauf geantwortet hat (1916 b), gehe ich hier auf diese

Einwendungen nur so weit ein, als sie prinzipieller Natur sind. In der genannten Veröffentlichung schreibt Diener:

„Einer besonderen Beliebtheit erfreuen sich seit jeher jene Merkmale, die sich auf die Beschaffenheit der Suturlinie beziehen. Schon L. v. Buch hat bekanntlich seine drei Hauptgruppen: *Goniatites*, *Ceratites*, *Ammonites* auf Grund dieses Merkmals unterschieden. Seinen Spuren ist vor kurzem allerdings auf dem Umwege über die ontogenetische Methode R. Wedekind gefolgt, indem er den Charakter der Inzisionen der Suturlinie zur Grundlage seiner Klassifikation der Ammoniten machte." Dem muß aufs entschiedenste widersprochen werden, denn die ontogenetische Methode bedeutet für die Wedekind'sche Klassifikation der Ammoniten nicht einen Umweg, sondern die unentbehrliche Grundlage und die drei Ordnungen der Palaeo-, Meso- und Neoammonoidea entsprechen durchaus nicht den angeführten Abteilungen des v. Buch'schen Systems. So bezeichnet v. Buch (1832) als Ceratiten alle Formen, die gezähnelte Loben und runde ganzrandige Sättel besitzen, die Wedekind'sche Ordnung der Mesoammonoidea umfaßt aber alle Formen, bei denen die Zerschlitzung der Suturlinie vom Grunde der Loben ihren Ausgang nimmt. Bleibt sie auf den Grund der Loben beschränkt, so kommen allerdings Lobenlinien mit ganzrandigen Sätteln zustande; die Zerschlitzung kann aber auch auf die Flanken der Sättel übergreifen und sogar bis zu deren Scheitel vordringen, in welchem Falle die Lobenlinien durchaus ammonitischen Habitus aufweisen. Andererseits gehören die sog. Kreideceratiten trotz der runden glatten Sättel und der gezähnelten Loben nicht zu den Mesoammonoidea, sondern zu den Neoammonoidea, da die runden Sättel erst sekundär infolge Rückbildung der Zerschlitzung entstanden sind, was die z. B. bei *Tissotia Fourneli* Bayle (vgl. Zittel 1915, Fig. 1251) noch auftretende Medianinzision andeutet. Für die Wedekind'sche Klassifikation ist also nicht die Form der Lobenlinie, sondern deren Entwicklungsgang, im besonderen der Verlauf der Zerschlitzung, ausschlaggebend, sein System ist also im Gegensatz zu demjenigen L. v. Buch's nicht morphologisch, sondern morphogenetisch.

Die durch meine Untersuchung aufgedeckten Übergänge vom triäniden zum dicraniden Typus der Lobenzerschlitzung einerseits und von der tripartiten Sattelzerschlitzung zur bipartiten

andererseits zeigen zur Genüge, daß eine natürliche Systematik der ontogenetischen Methode nicht entraten kann. Aber auch die Kenntnis der Ontogenie der einzelnen Form gibt nicht immer Gewißheit über ihre Stellung im System, denn es zeigte sich, daß der Übergang vom tripartiten Typus der Sattelzerschlitzung zum bipartiten auf einem immer früheren Stadium eintritt und schließlich die Sättel von vornherein bipartit zerschlitzt werden, die tripartite Form der Sattelzerschlitzung also in der Ontogenie der Nachkommen überhaupt nicht mehr nachzuweisen war.

Im voraufgehenden Kapitel wurde dargelegt, daß die die Komplikation der Lobenlinie bewirkenden Vorgänge im Verlauf der Phylogenie in gesetzmäßiger Weise aufeinanderfolgten. Der Hinzutritt dieses neuen Merkmals (synthetisches Merkmal) bezeichnet einen ganz bestimmten Zeitpunkt und erlaubt eine scharfe systematische und stratigraphische Abgrenzung, z. B. aus *Psiloceras* wird *Aegoceras*, indem die großen ganzrandigen Blätter der ersteren Form sekundär zerschlitzt werden. Den gleichen Entwicklungsgang nimmt aber die Lobenlinie auch in anderen Stammreihen, so bedeutet auch für die Lytoceracea der Beginn der Suturallobenbildung die Grenze gegen die Phylloceracea und auch innerhalb der Lytoceracea werden die bei den ursprünglicheren Vertretern noch vorhandenen großen, ganzrandigen Blätter sekundär zerschlitzt. Ebenfalls ist der Übergang vom triäniden-tripartiten Typus zum dicranid-bipartiten Typus sowohl bei den Lytoceracea wie bei den Phylloceracea zu beobachten. Dieser Parallelismus der Entwicklung beweist zur Genüge, daß die Stammesentwicklung in ihrem allgemeinen Verlauf nicht durch die Einwirkungen des Milieus bedingt ist, sondern autonom auf Grund der Erbanlage erfolgt. Infolge der Einwirkungen der Umgebung bilden sich aber besonders angepaßte, deshalb in großer Formen- und Individuenfülle auftretende Seitenzweige heraus, die für kurze Zeit das Faunenbild bestimmen, aber sehr bald aussterben, aus welchem Grunde Herr Prof. Wedekind dafür den Ausdruck Terminalreihen geprägt hat, und sie den Stammreihen gegenüberstellt.

Die oben angeführten Beispiele zeigen, daß die Aufeinanderfolge der einzelnen Merkmale, die die Komplikation der Lobenlinie bewirken, eine gesetzmäßige ist, daß also Formen mit ausschließlich normalen Umschlagloben, triäniden-tripartiten Sutur-

elementen und phylloceraten sekundärer Zerschlitzung immer ursprünglicher sind als solche mit Suturallobenbildung, dieranid-bipartiten Suturelementen und ägoceraten sekundärer Zerschlitzung. Der Parallelismus in der Entwicklung bewirkt aber andererseits, daß entsprechende Glieder der verschiedensten Reihen sich in dem Habitus der Lobenlinie sehr ähneln, die Unterscheidung der einzelnen Hauptreihen muß darum auf Grund analytischer Merkmale erfolgen, z. B. danach, welcher der normalen Umschlagloben zum Suturallobus ausgestaltet wird, oder welche Inzisionen des triänid-tripartiten Typus in die Mediane des betreffenden Suturalelements rückt.

Neoammonoidea Wedek.

In dieser Ordnung faßt Wedekind alle Ammonoidea mit bipolar zerschlitzten Lobenlinien zusammen. Selbstverständlich kann in verschiedenen Reihen der triadischen monopolar zerschlitzten Ammonoidea die Progression zum bipolaren Typus der Zerschlitzung erfolgt sein, doch sterben alle diese Stammreihen an der Oberkante der Trias aus, und nur der Zweig der Phylloceracea geht in den Lias hinüber. Das gleichzeitige Aussterben vieler Formreihen ist natürlich keine Zufälligkeit, wahrscheinlich sind sie dadurch verdrängt worden, daß sich an der Rhät—Lias-Grenze aus dem Stamm der Phylloceraten zahlreiche Seitenäste abzweigen, die im unteren Lias in großer Arten- und Individuenzahl auftreten.

1. Unterordnung Phylloceracea Wedek.

Abbildungen von jüngeren Entwicklungsstadien der Lobenlinie finden sich bei Branco (1879, *Phylloceras heterophyllum* Sow. Taf. IX Fig. I), Pompeckj (1893—96) und J. P. Smith 1898, *Phylloceras onocense* Stanton Taf. XX, doch bieten sie keine genügende Grundlage für die Aufstellung einer Lobenformel[1].

[1] Salfeld (Über die Ausgestaltung der Lobenlinie bei Jura- und Kreide-Ammonoideen. Nachr. v. d. K. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Göttingen. Mathem.-physik. Klasse. 1919) stellt für die „reine Reihe der Phylloceratida" folgende Diagnose auf: „Zuwachsstreifen linear bis mehr oder weniger deutlich sichelförmig. Lobenlinie nach der Formel $E L_p U_2 U_3$ (= S) $U_1 I$ gebaut (siehe Salfeld, Monographie der Gattung *Cardioceras*. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1915. p. 151). I zweispitzig, lituid (lituus

In bezug auf die Größenverhältnisse der Suturelemente fällt besonders auf, daß E meist nicht so tief ist, wie L, und daß der Lateralsattel, der auf jugendlichem Entwicklungsstadium niedriger als der Externsattel ist,a n der Alterslobenlinie den letzteren überragt.

Die Zerschlitzung der Suturelemente, deren Herausbildung die Pompeckj'schen Abbildungen (1893—1896) aufs deutlichste veranschaulichen, entspricht dem bipolaren Typus, dessen Entstehung aus dem monopolaren Typus schon früher dargelegt wurde.

Die Zerschlitzung der Loben mit Ausnahme von I ist triänid, die Gliederung der Sättel zeigt dagegen sowohl den tripartiten wie den bipartiten Typus, doch ist der erstere als der ursprünglichere anzusehen. Bei *Phylloceras ibex* Quenst. (Pompeckj 1893—1896, p. 23) ist noch auf allen Entwicklungsstadien der tripartite Typus deutlich ausgeprägt. Bei *Phylloceras antecedens* Pomp. (1893—96, p. 47) entspricht zwar auf jugendlichem Stadium die Sattelzerschlitzung noch dem α/β-Typus, aber später rückt die β-Inzision an den ventral gelegenen Sätteln in die Sattelmediane. Das gleiche geschieht bei *Phyll. ovale* Pomp. und anderen, wie sich aus den Pompeckj'schen Abbildungen ergibt, die Umschlagsättel zeigen häufig noch alle Übergänge zu dem ursprünglichen α/β-Typus. Bei *Phyll. onoense* Stanton (J. P. Smith 1898, Plate XX) ist der Grenzfall dieser Umprägung nahezu erreicht, die nach der Externseite zu gelegenen Sättel werden durch eine schon in der ersten Anlage mediane Inzision gegliedert (Fig. 4) und nur ein Teil der Umschlagsättel zeigt Übergänge zum α/β-Typus. Die Ausbildung eines μ_a wurde bei dieser Gruppe nicht beobachtet.

Die Rückbiegungen der primär zerschlitzten Lobenlinie (Sattelinzisionen und Lobenzacken) erfahren sekundär reiche triänide Zerschlitzung, während die Vorbiegungen (Sattelblätter und Lobeninzisionen) als große ganzrandige Blätter abgeschnürt werden.

Diese Stammgruppe der Neoammonoidea, die bereits in der Trias vertreten ist, geht, ohne wesentliche Umprägungen zu erleiden, bis in die obere Kreide. Schon frühzeitig zweigen sich die Lytoceracea und Psiloceracea, die auch von längerer Lebensdauer sind, ab.

= Krummstab), ohne weitere Zerschlitzung der Seitenwände, I mit dachförmigem Mediansattel, Sattelendigungen macrophyll (Jura bis Unterkreide) bis microphyll (Unterkreide bis Oberkreide), gerundete, am Grunde eingeschnürte und gestielte Blätter."

2. Unterordnung Lytoceracea Wedek.

Ontogenetische Serien der Lobenlinie von *Lytoceras Germaini* d'Orb. (Branco 1879, Taf. VIII Fig. VI) und von *Lyt. alamedense* (J. P. Smith 1898, Pl. XVIII) zeigen weitgehendste Übereinstimmung. Es werden nur zwei normale Umschlagloben herausgebildet. Der dorsale Umschlaglobus wird durch Aufwölbung eines Sattels gespalten und somit zum Suturallobus. Da er auf die Naht zu liegen kommt, und die Vermehrung der Suturelemente durch seine wiederholte Spaltung erfolgt, wird die Bildung weiterer Umschlagloben unterdrückt. Diesem Entwicklungsgang entspricht die nachfolgende Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{I}\,(=S)\,I.$$

Die Zerschlitzung ist wie bei den Phylloceracea Wedek. ursprünglich triänid-tripartit, doch wird β stärker ausgeprägt und rückt in die Sattelmediane, so daß die Sättel später bipartit erscheinen. Auch die Loben werden infolge stärkerer Ausprägung der Dorsalinzision sowie der entsprechenden Zacke pseudodicranid (vgl. J. P. Smith 1898, Plate XVIII; Pompeckj 1893—1896, Fig. 24, 25, 31, 34).

Bei den älteren Formen erfahren, ebenso wie bei den Phylloceracea, nur die Sattelinzisionen und Lobenzacken eine sekundäre Zerschlitzung, die primären Sattelblätter und Lobeninzisionen werden infolgedessen als große, ganzrandige Blätter abgegliedert (Pompeckj 1893—1896, Fig. 25), später werden aber auch diese zerschlitzt.

Die Lytoceracea treten zuerst im unteren Lias auf und gehen ziemlich unverändert durch die ganze Juraformation. In der Kreide erfährt der Stamm eine reiche Verzweigung, die zur Bildung zahlreicher exzessiver Formen und damit zum Erlöschen dieses Stammes führt.

3. Unterordnung Psiloceracea Wedek.

Diese Unterordnung ist ausgezeichnet durch lineare Anwachsstreifen und gerade Rippen, die sowohl phylogenetisch wie ontogenetisch zunächst an den Flanken auftreten und erst später auf die Externseite übergreifen. Bei Formen mit Spaltrippen wandert der Spaltpunkt von der Externseite gegen die Naht zu. Dieser Stamm leitet sich ebenfalls von den Phylloceracea ab.

U_{III} wird zum Suturallobus. Bei den Perisphinctoidea werden dagegen nur zwei normale Umschlagloben angelegt, von denen der dorsal gelegene zum Suturallobus wird. Möglicherweise wäre dies abweichende Verhalten dahin zu deuten, daß der ursprüngliche erste Umschlaglobus unterdrückt worden ist, zeigen doch die Alterslobenlinien der ursprünglicheren Psiloceracea (Fig. 12, 14) deutlich die Tendenz, den Lobus U_I, der auf jugendlichen Entwicklungsstadien von allen Umschlagloben am stärksten ausgeprägt ist, rückzubilden. Indem dies schließlich zur vollständigen Unterdrückung des ursprünglichen inneren Umschlaglobus führte, hat sich wahrscheinlich die Lobenlinie der Perisphinctoidea herausgebildet[1]. Der bei den älteren Vertretern dieser Unterordnung vorhandene triänid-tripartite Zerschlitzungstypus geht später in den dicranid-bipartiten über, und zwar wird an L und den äußeren Umschlagloben die Ventralinzision in die Mittellinie der Loben gerückt (ventral-dicranid), an den Sätteln wird β zur Medianinzision (μ_β); eine Ausnahme macht *Schlotheimia* Bayle, wo sich ein μ_a herausbildet. Wedekind (1917) gliedert die Psiloceracea in 3 Sektionen:

Sektion Psiloceratoidea: Anaptychus. Einfache oder infolge pseudospontaner Variation gespaltene Rippen. Ausgangslobenlinie eine Lobenlinie mit $U_{III} = S$.

Sektion Stephanoceratoidea: Aptychus. Immer mit vorwiegend geraden Spaltrippen, Spaltpunkt an der Externseite oder am Nabel. Lobus $U_{III} = S$.

Sektion Perisphinctoidea: Aptychus. Mit Spaltrippen oder sekundär einfachen Rippen. Ausgangslobenlinie eine Lobenlinie mit $U_I = S$.

4. Unterordnung Harpoceracea Wedek.

„Neoammonoidea mit falcoiden Anwachsstreifen und Rippen. Lobenlinie mikrophyll zerschlitzt, Loben ungleichwertig triänid. Der Spaltpunkt der Rippen wandert von der Naht gegen die Externseite. Komplizierte Kielbildungen" (Wedekind 1917, p. 103).

Die von Branco beobachtete Lobenentwicklung von *Harpoceras lunula* v. Ziet. (1879, Taf. XI Fig. III) läßt deutlich die Ausgestaltung von U_{III} zum Suturallobus erkennen. Entwicklungs-

[1] Diese Vermutung ist inzwischen durch Untersuchungen, die Herr Dr. Schindewolf (Marburg) ausgeführt hat, bestätigt worden.

stadien der äußeren Lobenlinie von *Amaltheus margaritatus* Montf., die sich bei Pompeckj (1893—96, p. 23) finden, zeigen den triänid-tripartiten Zerschlitzungsmodus, doch ist das Ventralblatt des Lateralsattels etwas stärker entwickelt und β infolgedessen der Mediane genähert. In der zitierten Branco'schen Abbildung sowie an einer von mir untersuchten *Oppelia aspidoides* Opp. ist I triänid zerschlitzt.

Sektion Psiloceratoidea Wedek.[1] der Psiloceracea Wedek.

Diese Formen sind ausgezeichnet durch einen Anaptychus und den Besitz gerader, ungespaltener Rippen. (Rippenspaltung wurde nur beobachtet bei Angehörigen der Gattung *Schlotheimia* Bayle, die sich auch in der Lobenentwicklung abweichend verhalten.) Die auf den Flanken geraden Anwachsstreifen zeigen bei ursprünglichen Formen auf der Externseite eine Vorbiegung. Den gleichen Verlauf nehmen die Rippen, die phylogenetisch wie ontogenetisch zunächst auf den Flanken herausgebildet werden, und im allgemeinen dort auch am stärksten ausgeprägt sind. Die Rückbildung der Berippung geschieht ebenfalls von der Externseite her. Die Vorbiegung der Rippen auf der Externseite kann sich immer mehr verflachen, so daß sie diese schließlich geradlinig überschreiten. Außerdem kommen an sekundären Skulpturelementen noch Knotenbildungen vor.

Die Lobenlinie weist außer den primären Elementen E L und I meist nur drei normale, gemäß dem Gesetz der ventro-alternierenden Sattelspaltung entstehende Umschlagloben auf, von denen U_{III} ursprünglich als Suturallobus ausgebildet ist. Die Gliederung des Suturallobus ist in der Stammreihe bei den ältesten Formen am reichsten, später nimmt die Zahl der Spaltungen von $U_{III} = S$ ab und schließlich kann seine Ausgestaltung zum Suturallobus ganz unterbleiben. Bezüglich der Größenverhältnisse der Suturelemente sei noch bemerkt, daß bei ursprünglichen Formen der Lateralsattel den Externsattel überragt und der Externlobus bedeutend flacher ausgeprägt ist als der Laterallobus.

[1] Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungen beschränken sich auf Angehörige der Sektion Psiloceratoidea Wedek., im folgenden soll versucht werden, die bei diesen Formen beobachtete Lobenentwicklung systematisch auszuwerten.

Die Zerschlitzung entspricht ursprünglich dem triänid-tripartiten Typus, zeigt aber die Tendenz, in den dicranid-bipartiten Zerschlitzungstypus überzugehen, und zwar werden die Loben stets ventro-dicranid, an den Sätteln wird zumeist β zur Medianinzision, doch *Schlotheimia* Bayle zeigt auch in diesem Falle abweichendes Verhalten. Der Externlobus wird durch einen im allgemeinen dachförmig gestalteten „Mediansattel" gespalten, der Internlobus wird durch eine von vornherein median angelegte Inzision zerschlitzt.

Sekundäre Zerschlitzung erfolgt bei den ältesten Formen nur an den Rückbiegungen (Sattelinzisionen + Lobenzacken) der primär zerschlitzten Lobenlinie, während die Vorbiegungen (Sattelblätter + Lobeninzisionen) als große ganzrandige Blätter angegliedert werden, später werden aber auch diese sekundär zerschlitzt.

1. Familie Psiloceratidae (Stammreihe).

Die Entstehungsfolge der Umschlagsloben ist ventro-alternierend, U_{III} wird als Suturallobus ausgebildet. Beim Übergang der ursprünglich triänid-tripartiten Zerschlitzung in den dicranidbipartiten Modus rückt an den Loben stets die Ventralinzision, an den Sätteln die β-Inzision in die Mediane des betreffenden Elementes.

a) Unterfamilie Psiloceratinae.

Die zu dieser Abteilung gehörenden Formen sind entweder glatt oder mit Flankenrippen versehen, die Externseite ist stets glatt und gerundet. Die Anwachsstreifen sind auf der Externseite vorgebogen. Die Lobenlinie weist häufig noch Umschlagloben auf, die jünger sind als $U_{III} = S$. Der letztere ist reich gegliedert und als tief herabhängender Nahtlobus ausgebildet. Der Externlobus ist bedeutend flacher als der primäre Lateral-lobus, der Externsattel wird meistens vom Lateralsattel überragt.

Die primäre Zerschlitzung ist vorzugsweise triänid-tripartit, die sekundäre Zerschlitzung ist phyllocerat.

Psiloceras Hyatt: Mit den Merkmalen der Unterfamilie. Es wird nur ein überzähliger Umschlaglobus (U_{IV}) angelegt, die Lobenlinie entspricht also der nachfolgenden Formel:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{IV}\ U_{III}\ (= S)\ U_{I}\ I.$$

Die Entstehungsfolge der Loben sowie der Verlauf der Zerschlitzung konnte an *Ps. planorbe* Son. (Fig. 12) lückenlos be-

obachtet werden. Bei dieser Form wurde der Suturallobus reich gegliedert, die Zerschlitzung der Suturelemente war noch typisch phyllocerat. Eine Alterslobenlinie von *Ps. laqueolus* Schloenb. (Fig. 13) zeigte schon Anfänge sekundärer Zerschlitzung an den Mittelblättern, auch ist der Suturallobus nicht mehr so reich gegliedert, wie bei den anderen Formen, aber die Lobenlinie weist noch alle wesentlichen Gattungsmerkmale auf (z. B. Zahl der Suturelemente, Hängen nach der Naht zu, flacher Externlobus usw.). Wenn auch die Externseite schwach gewinkelt ist, so kann von einem Kiel, der zur Einordnung dieser Form unter *Arietites* berechtigte, doch nicht die Rede sein (vgl. Brandes 1912, p. 433).

Tmaegoceras Hyatt em. Pompeckj: Ob diese Gattung wirklich zu den Psiloceratinae zu stellen ist, erscheint noch durchaus zweifelhaft, die bei Pompeckj (1901) abgebildete Lobenlinie gibt jedenfalls dafür keine Anhaltspunkte.

b) Unterfamilie Aegoceratinae.

Die hierher gehörigen Formen sind die direkten Nachkommen der Psiloceratinae und durch konsequente Fortbildung der dort schon angedeuteten Merkmale entstanden. Die Rippen entstehen zuerst auf den Flanken, setzen aber am ausgebildeten Tier auch über die Externseite, wo sie eine Vorbiegung aufweisen, hinweg.

Die Lobenlinie weist keine überzähligen Umschlagloben mehr auf, d. h. der Suturallobus ist ausgereift, doch ist seine Gliederung nicht mehr so reich wie bei *Psiloceras* Hyatt. Betreffs der Größenverhältnisse der einzelnen Suturelemente sei noch erwähnt, daß E etwa die gleiche Tiefe erreicht wie L und häufig schmale, enge Gestalt annimmt. Unter den Sätteln ragt auch nicht mehr der Lateralsattel besonders hervor, er hat nur noch die Höhe des Externsattels oder wird von dem letzteren sogar überragt.

Die Zerschlitzung ist ursprünglich triänid-tripartit, zeigt aber die Tendenz in den dicranid-bipartiten Typus überzugehen, und zwar rückt an den Loben stets die Ventralinzision, an den Sätteln die β-Inzision in die Mediane. Die sekundäre Zerschlitzung beschränkt sich nicht mehr auf die Rückbiegungen der primär zerschlitzten Lobenlinie (Sattelinzisionen + Lobenzacken), sondern auch die Sattelblätter und Lobeninzisionen werden davon betroffen. Dieser Umstand gibt den Lobenlinien dieser Formen ein ganz anderes Aussehen als denjenigen von *Psiloceras*, indem die diesen

Formen typischen Blätter verschwinden und sich die für die Jura- und Kreideammoniten so charakteristische feine Verästelung herausbildet.

Die Aegoceratinae treten bereits im unteren Lias auf, finden aber ihre Hauptentwicklung im mittleren Lias.

Aegoceras Waagen em. Zitt.: Diese Gattung ist von Hyatt und Quenstedt in eine Reihe von Untergattungen gegliedert worden, von denen die als *Microceras* Hyatt bezeichnete die ursprünglichsten Formen umfaßt und als *Aegoceras* s. str. gelten könnte. Die hierher gehörigen Formen besitzen einfache Rippen, die auf der Externseite vorgebogen sind und hier auch meistens eine Abplattung aufweisen. Die vorliegende Arbeit gibt den Entwicklungsgang von zwei Vertretern dieser Gruppe aus dem Lias β, nämlich *Aeg. planicosta* Sow. (Fig. 14) und *Aeg. bifer* Quenst. (Fig. 15). Bei diesen beiden Formen entspricht die Zerschlitzung der Sättel noch dem ursprünglichen triäniden Typus, obgleich an der Alterslobenlinie gelegentlich eine etwas stärkere Ausprägung der β-Inzisionen eintritt. Das gleiche gilt von der Ventralinzision des primären Laterallobus. Diese Gruppe geht ziemlich unverändert durch den ganzen Lias γ und in den Zwischenkalken des Lias γ/δ tritt uns der gleiche Typus in dem *Aeg. maculatus* (Quenstedt 1883—85, Taf. 34 Fig. 4—12) nochmals entgegen. In der Berippung und in der Zerschlitzung zeigt diese Form noch durchaus ursprüngliche Verhältnisse, doch ist die Ausgestaltung von U_{III} als Sutural lobus, die bei den zuvorgenannten Formen im Vergleich zu *Psiloceras* schon rückgebildet war, ganz unterdrückt und der betreffende Lobus wird normal triänid zerschlitzt.

Aus der Reihe dieser ursprünglichen Formen gehen wiederholt besonders differenzierte Seitenreihen hervor. Wenn auch jeder derselben besondere Merkmale herausbildet, so tritt doch andererseits in der Entwicklung aller dieser Seitenzweige ein gewisser Parallelismus deutlich hervor, denn in jedem Fall wird die Vorbiegung der Rippen auf der Externseite rückgebildet und sie setzen über die letztere geradlinig und in schwächerer Ausprägung hinweg. Vielfach werden auch Knoten ausgebildet, die meistens an der Externkante auftreten, da sie, wie bei Verfolgung der Entwicklung von *Praederoceras ziphus* Hehl deutlich beobachtet werden konnte, durch Zuspitzung der Rippenknickungen entstehen. Die Lobenlinie aller abgeleiteten Formen zeigt übereinstimmend die Ver-

lagerung der β-Inzision in die Sattelmediane. Die Mehrzahl dieser Seitenlinien zweigt sich im Lias γ oder im obersten Lias β ab.

Praederoceras. Der Hauptvertreter dieses Formenkreises ist *Pr. ziphus* Hehl. dessen Lobenentwicklung in Fig. 16 und 17 wiedergegeben ist. Die inneren Windungen gleichen in bezug auf Skulptur vollkommen einem *Aegoceras planicosta* Sow., später treten an der Mehrzahl der Rippen in Nähe der Externkante Knoten auf und die Vorbiegung der Rippen auf der Externseite wird gestreckt. In dem Maße wie sich die Knoten zu Stacheln entwickeln werden die Rippen rückgebildet, besonders diejenigen, die noch nicht mit Knoten bewehrt sind. Die Skulpturierung dieser Formen zeigt somit ein unregelmäßiges Gepräge. Es handelt sich hier zweifellos um eine exzessiv entwickelte Form. Die Zerschlitzung der Sättel zeigt auf jugendlichem Stadium den tripartiten Typus, geht später aber in den dicraniden über.

Cycloceras Hyatt. Diese Gruppe aus dem Lias γ ist charakterisiert durch die Herausbildung eines Mediankieles, es sind hierher zu stellen Formen wie *C. Valdani* d'Orb. , *C. Masseanus* d'Orb. und *C. Maugenestii* d'Orb. Der Gang der Lobenentwicklung, wie er an der zuletzt genannten Form beobachtet wurde, ist in Fig. 19 zur Darstellung gebracht. Die Umwandlung der tripartiten Sattelzerschlitzung in die bipartite ist bei dieser Form nahezu vollendet, denn die ventral gelegenen Sättel werden durch eine von vornherein median auftretende Inzision (μ_β) gegliedert und Anklänge an den tripartiten Zerschlitzungstypus wurden nur in der Entwicklung der umbonalen Umschlagsättel beobachtet.

Deroceras. Unter dieser Bezeichnung seien vorläufig alle übrigen abgeleiteten Aegoceratinae zusammengefaßt. Infolge des oben dargelegten Parallelismus der Entwicklung weisen sie mannigfache Übereinstimmungen auf. Trotzdem ist diese Gruppe nur als ein Provisorium aufzufassen, eine eingehendere Bearbeitung dieser Formen wird sicher zu ihrer Aufteilung in eine ganze Anzahl von Formenreihen führen, Fig. 18 gibt eine Darstellung der Lobenentwicklung von *D. densinodum* Quenst., die deutlich den Übergang vom tripartiten zum bipartiten Typus der Sattelzerschlitzung erkennen läßt. Die Rippen setzen geradlinig über die Externseite hinweg, sind gleich stark ausgeprägt und bilden sämtlich einen Externknoten heraus, die Skulptur zeigt deshalb ein sehr regelmäßiges Gepräge.

2. Familie Arietidae.

Die Skulptur der hierher gehörigen Formen zeigt die Charaktere der Psiloceracea in typischer Weise. Die ersten Anlagen der Rippen treten in Nähe der Naht auf und wachsen dann nach der Externseite zu. Bei ursprünglichen Formen sind die Rippen an der Externkante vorgebogen und der Punkt der Knickung ist bisweilen zu einem Knoten ausgezogen, doch zeigt sich bei jüngeren Formen die Tendenz, diese Vorbiegung zurückzubilden und auch über die Externkante hinaus die radiale Richtung beizubehalten. Die Berippung wird also von der Stammreihe der Psiloceratidae fast unverändert übernommen, das besondere Charakteristikum der Arietidae ist dagegen der in typischen Fällen von Furchen begleitete Mediankiel.

Die Ausgestaltung von U_{III} zum Suturallobus wird unterdrückt und es werden im allgemeinen nur drei normale Umschlagloben nach dem Gesetz der ventro-alternierenden Sattelspaltung angelegt. Die Zerschlitzung entspricht bei ursprünglichen Formen dem triänid-tripartiten Typus, wo sie in den dicranid-bipartiten Typus übergeht, rücken stets die v- und β-Inzisionen in die Mediane der Suturelemente. Die sekundäre Zerschlitzung ist ägocerat.

Arietites Waagen. Wie schon erwähnt, gleichen diese Formen in der Berippung durchaus den Psiloceratidae, unterscheiden sich aber von dem letzteren durch den Besitz eines von Furchen begleiteten Mediankieles. Die Grenze dieser Gattung gegen die Stammreihe ist dort zu ziehen, wo die ersten Kielbildungen auftreten. Die Vorstellung, daß die Berippung von den Vorfahren übernommen, und die Kielbildung später hinzugetreten ist, findet ihre Stütze in der Ontogenie der hierher gehörigen Formen. Denn bei einem Exemplar von *Arietites Sauzeanus* d'Orb., dessen Lobenentwicklung in Fig. 23 dieser Arbeit dargestellt ist, wurden Anlagen von Flankenrippen bereits bei Wh = 2,5 mm beobachtet, die ersten Anzeichen eines Mediankieles zeigten sich dagegen erst bei einer Windungshöhe von 4—5 mm. Noch deutlicher treten diese Verhältnisse aber an den Arieten der Psilonoten-Schichten, wie z. B. *A. Haueri* Gümb. und *A. proaries* Neum., hervor. Diese von Neumayr (1879, Taf. VI Fig. 1—3, Taf. VII Fig. 1—2) beschriebenen und abgebildeten Formen weisen schon auf einem sehr frühen Entwicklungsstadium deutlich ausgeprägte Flankenrippen auf, während der Kiel erst sehr spät herausgebildet

wird. Bei den Nachkommen wird die Anlage des Kieles auf ein immer früheres Stadium der Ontogenie verschoben, so daß er schließlich etwa gleichzeitig mit den Rippen angelegt wird, wie bei *A. obtusus* Sow. (siehe p. 432) und *A. geometricus* Oppel (siehe p. 435) beobachtet wurde. Dies Beispiel zeigt also, daß die Reihenfolge, in der die verschiedenen Merkmale in der Ontogenie auftreten, bei exzessiven Formen nicht immer die gleiche sein braucht wie in der Phylogenie, und daß nur aus der Ontogenie der ursprünglichen Vertreter einer Gattung Schlüsse auf die Stammesentwicklung gezogen werden dürfen.

Der schon oben erwähnte *A. proaries* Neum. sowie der *A. Liassicus* d'Orb. (d'Orbigny 1842—49, Taf. 48) zeigten in der Lobenentwicklung noch deutlich Anklänge an *Psiloceras* Hyatt. Da Neumayr nur die äußere Lobenlinie abbildet, läßt sich die Anzahl der Suturelemente nicht mit Sicherheit feststellen, doch macht das starke Hängen des umbonalen Abschnittes wahrscheinlich, daß noch Suturallobenbildung erfolgt. Auch die flache Form des Externlobus, der noch nicht die Tiefe des Laterallobus erreicht, erinnert an *Psiloceras* Hyatt, die Lobenlinie entspricht also etwa derjenigen von *Ps. laqueolus* Schloenb. (Fig. 13). Die typischen Vertreter der Gattung, z. B. *Arietites Sauzeanus* d'Orb., *A. obtusus* Sow., *A. geometricus* Oppel und *A. bisulcatus* Brug., deren Lobenentwicklung in Fig. 23—28 dargestellt ist, zeigen übereinstimmend in bezug auf Zahl und Größe der Suturelemente nachfolgende Verhältnisse. Außer den drei primären Loben werden nur drei Umschlagloben herausgebildet, deren Entstehungsfolge dem ventroalternierenden Gesetz entspricht. Da Suturallobenbildung nicht eintritt, kommen wir somit zu der Formel:

$$E\,L\,U_{II}\,U_{III}\,U_{I}\,I.$$

Auf jugendlichen Entwicklungsstadien (Fig. 23 Abb. 1, 2, Fig. 24 Abb. 1, 3, Fig. 27 Abb. 1—5) ist der Externsattel bedeutend höher als der Lateralsattel, später bildet sich gerade das umgekehrte Verhältnis heraus und an älteren Lobenlinien wird der Externsattel vom Lateralsattel um ein beträchtliches überragt (Fig. 23 Abb. 3—6, Fig. 24 Abb. 5, 6, Fig. 26, Fig. 28). Dies entspricht den bei *Psiloceras* Hyatt und *Phylloceras* Suess beobachteten Verhältnissen, doch treten sie uns bei den Arieten in stärkerer Ausprägung entgegen. In der Stammreihe wird dieser Größen-

unterschied dagegen rückgebildet, und bei den Aegoceratinae ist an der Alterslobenlinie zumeist der Externsattel höher und stärker entwickelt als der Lateralsattel (Fig. 14 B, Fig. 15 B 2). In der Entwicklung des Extern- und Laterallobus stimmen die Arieten dagegen bis zu einem gewissen Grade mit der Stammreihe überein. Während bei *Psiloceras planorbe* Hyatt der auf jüngeren Entwicklungsstadien (Fig. 12 Abb. 1) tiefer als der Laterallobus herabreichende Externlobus später hinter dem ersteren zurückblieb und sehr flach ausgeprägt wurde (Fig. 12 Abb. 5), erreicht der Externlobus bei den Aegoceratinae etwa die gleiche Tiefe wie der Laterallobus, bei einigen abgeleiteten Formen, z. B. *Deroceras Maugenestii* d'Orb. (Fig. 13 Abb. 4) bleibt der Laterallobus sogar hinter dem Externlobus an Tiefe und Umfang zurück. Analoge Wachstumsverhältnisse treten uns bei den Arieten entgegen, aber noch viel exzessiver ausgeprägt, da es sich hier um eine Terminalreihe handelt. Die Rückbildung des Laterallobus kann hier so weit gehen, daß dieser an der Alterslobenlinie kaum mehr als die halbe Tiefe des Externlobus erreicht (Fig. 23 Abb. 5, Fig. 24 Abb. 6, Fig. 26, Fig. 28). Unter den Umschlagloben ist im Gegensatz zu der Stammreihe U_I besonders stark entwickelt, was darauf zurückzuführen ist, daß U_{III} nicht als Suturallobus ausgestaltet wird. U_I ist zwar von schmaler Gestalt, reicht aber im allgemeinen tiefer herab als U_{II} und U_{III}, die beide etwa die Tiefe des Laterallobus erreichen. Von den Umschlagsätteln ist U_I/I am stärksten entwickelt, auf jugendlichen Stadien hat er annähernd die gleiche Höhe wie der Lateralsattel (Fig. 23 Abb. 3, Fig. 24 Abb. 2), an der Alterslobenlinie bleibt er dagegen an Höhe hinter dem letzteren zurück, überragt aber immer noch die beiden anderen Umschlagsättel. Diese sind annähernd gleich stark entwickelt, daß U_{II}/U_{III} etwas höher emporragt, ist durch das schwache Hängen der Lobenlinie nach der Naht zu bedingt.

Die Zerschlitzung ist ursprünglich triänid-tripartit, zeigt aber die Tendenz, in den dicranid-bipartiten Modus überzugehen, indem an den Sätteln die β-Inzision, an den Loben der äußeren Lobenlinie die ν-Inzision vorzeitig auftritt und der Mediane des betreffenden Suturelementes genähert wird. An dem inneren Umschlaglobus wird die Dorsalinzision stärker ausgeprägt. Diese Umwandlung ist am weitesten vorgeschritten bei *Arietites geometricus* Opp. (Fig. 27), wo die betreffenden In-

zisionen an den extern gelegenen Elementen von vornherein in medianer Lage auftreten und auch an der Alterslobenlinie durch ihre starke Ausprägung auffallen. Zumeist aber zeigt die Alterslobenlinie eine weitgehende Gleichartigkeit aller Inzisionen, so daß sich die Grenze zwischen Lobus und Sattel zuweilen verwischt (Fig. 28). Der Internlobus wird dicranid zerschlitzt und zeigt die für dies Suturelement schmale Form. Der den Externlobus spaltende Mediansattel ist dachförmig und wird tripartit zerschlitzt (Fig. 23), manchmal wird er auch durch eine das Mittelblatt spaltende Sekundärinzision abgestutzt (Fig. 26). Die sekundäre Zerschlitzung macht sich vor allem an den Sattelinzisionen und Lobenzacken geltend. Die primären Sattelblätter und Lobeninzisionen sind nur wenig differenziert. Die Lobenlinien sind in dieser Hinsicht primitiver als diejenigen der Aegoceratinae.

Die Arieten gehen zu Beginn des Lias α aus den Psiloceratinae hervor, entfalten im obersten Teil dieser Stufe einen großen Arten- und Individuenreichtum, sind aber im Lias β nur noch durch vereinzelte Formen vertreten, z. B. *Arietites obtusus suevicus* Quenst. im β-Kalk Schwabens.

Ophioceras Hyatt. Als typischster Vertreter dieser Gruppe muß *Oph. raricostatum* v. Ziet., dessen Ontogenie an drei verschiedenen Exemplaren verfolgt wurde (Fig. 20—22), angesehen werden. Diese Form ist ausgezeichnet durch den Besitz eines schwach ausgeprägten Kieles, gerade Berippung und extrem flachen Windungsquerschnitt. Die Anwachsstreifen, die auf jugendlichen Stadien auf der Externseite noch eine schwache Vorbiegung aufweisen, laufen im Alter geradlinig über die Externseite hinüber. Die Lobenlinie weist nur noch normale Umschlagloben auf, doch wird Suturallobenbildung vorgetäuscht, indem U_I und U_{III} gleich tief ausgeprägt werden und der zwischen beiden gelegene Sattel im Wachstum hinter den Nachbarsätteln zurückbleibt, meistens auch noch durch Anlage von U_{IV} gespalten wird. Ebenso wie bei *Arietites* ist L bedeutend kürzer als E, aber im Gegensatz zu den genannten Formen wird bei *Ophioceras raricostatum* v. Ziet. der Externsattel nicht mehr vom Lateralsattel überragt, sondern dieser erreicht kaum noch die Höhe des ersteren. Die Zerschlitzung ist meistens dicranid-bipartit, doch läßt die Entwicklung einzelner Exemplare (Fig. 21) erkennen, daß bei den Vorfahren der triänid-tripartite Modus vorhanden war, und daß

die β- und v-Inzisionen in die Mediane der betreffenden Suturelemente gerückt worden sind. Die sekundäre Zerschlitzung ist rückgebildet. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt die Lobenlinie von *Arietites geometricus* Oppel (Fig. 27), auch bei dieser Form hat der Lateralsattel etwa die gleiche Höhe wie der Externsattel, U_I^d ist nicht tiefer als U_{III} und die Zerschlitzung ist dicranidbipartit. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß *Ophioceras raricostatus* v. Ziet. ein Nachkomme des genannten Arieten ist, sondern die Übereinstimmung ist daraus zu erklären, daß es sich in beiden Fällen um exzessiv entwickelte Formen handelt.

Die Ophioceraten werden, da der Kiel infolge Rückbildung nur schwach ausgeprägt ist, oder sogar ganz unterdrückt werden kann, häufig mit den Übergangsformen von *Psiloceras* Hyatt zu *Arietites* Waagen, bei denen der Kiel, da noch in der Anlage begriffen, ebenfalls nur schwach angedeutet ist, verwechselt. Die Trennung ist aber leicht durchführbar, da die Lobenlinien der zuletzt genannten Formen im Gegensatz zu *Ophioceras raricostatum* v. Ziet. noch ursprüngliches Gepräge tragen (z. B. U_{III} als Suturallobus ausgebildet, E flacher als L). Dasselbe gilt natürlich auch für die echten Psiloceraten, z. B. *Ps. Johnstoni* Sow., *Ps. tortie* d'Orb., gegen deren Vereinigung mit *Ophioceras raricostatum* v. Ziet. auch Pompeckj (1893—96) Einspruch erhebt.

3. Familie Schlotheimiatidae.

Die Angehörigen der Gattung *Schlotheimia* Bayle verhalten sich in ihrer Entwicklung so abweichend von allen übrigen Psiloceratoidea, daß es sich empfiehlt, sie als besondere Familie abzutrennen. Wie in der Stammreihe der Aegoceratinae treten Rippenanlagen zunächst an den Flanken auf, setzen später aber auch über die Externseite hinweg. Auch darin zeigt sich der Parallelismus mit der Stammreihe, daß die Vorbiegung, welche die Rippen der älteren Formen auf der Externseite aufweisen, bei jüngeren Formen rückgebildet wird und die Rippen für die Externseite nahezu geradlinig kreuzen. Die Abweichung dieses Seitenzweiges vom Hauptstamm liegt dagegen in der stärkeren Ausprägung der Rippen auf der Externseite, was auch bei Rückbildung der Berippung zum Ausdruck kommt, indem häufig in Nähe der Externkanten noch Rippen vorhanden sind, während die Flanken schon glatt erscheinen (vgl. Pompeckj 1893—96,

p. 72). Bei den Aegoceratinae wurden geradezu entgegengesetzte Verhältnisse beobachtet. Eine weitere Eigenart dieser Gruppe besteht in der Herausbildung einer Medianfurche, indem die Rippen am Scheitelpunkt ihres winkeligen Zusammentreffens absinken. Geschieht dies Absinken sehr plötzlich, so gewinnen die Rippenenden knotenartiges Aussehen (vgl. Pompeckj). Für die vorliegende Arbeit wurden eine Anzahl Exemplare von *Schl. angulata* Schloth. und *Schl. lacunata* Buckm. untersucht. Bei der erstgenannten Form wiesen die Rippen auf der Externseite die bekannte spitzwinkelige Vorbiegung auf, bei der letztgenannten Art, die im Lias β (Zone des *Oxynoticeras oxynotum*) vorkommt und zu den jüngsten Schlotheimien gehört, ist diese Vorbiegung der Rippen sehr stumpfwinkelig und nahezu rückgebildet.

Wie bei den übrigen Psiloceratoidea werden die drei ersten Umschlagloben gemäß dem ventro-alternierenden Modus angelegt. Die Ausgestaltung von U_{III} zum Suturallobus erfolgt nicht, dagegen werden noch weitere normale Umschlagloben nach dem einfachen dorsopartiten Modus angelegt. Die Lobenformel lautet also:

$$E\ L\ U_{II}\ U_{III}\ U_{IV}\ U_{V}\ \text{usw.}\ U_{I}\ I.$$

Die Anzahl der nach dem einfachen dorsopartiten Modus herausgebildeten Umschlagloben ist ohne großen systematischen Wert. Bei *Schl. angulata* Schloth. wurde in zwei Exemplaren U_{IV} bis U_{VI} angelegt (Fig. 29 Abb. 6, Fig. 30 Abb. 2), an einem anderen Stück dagegen, wo der umbonale Teil der Lobenlinie weniger klar zu erkennen war, konnten nur U_{IV} und U_{V} nachgewiesen werden (Fig. 31 Abb. 6). Da der Umschlag stark nach der Naht zu hängt und U_{III} bis U_{VI} suspensiv gestellt sind, würde man ohne genaue Kenntnis des Entwicklungsganges Suturallobenbildung vermuten. Bei *Schl. lacunata* Buckm., die als regressive Form anzusehen ist, kommt die Lobenbildung schon mit U_{III} zum Abschluß. Besonders charakteristisch für die Gattung *Schlotheimia* Bayle ist auch die Spaltung von U_{I} durch Aufwölbung eines Sattels. Doch zeigt die weitere Gliederung des letzteren, daß es sich hier nicht um echte Suturallobenbildung handelt, denn in der Einsenkung, die diesen Sattel spaltet, wölbt sich kein neuer Sattel auf, aber in der Folge wird der nach der Naht zu gelegene Sattelast gespalten (Fig. 29—31). Da U_{I} vollständig innerhalb der Naht liegt, kommt seine Ausgestaltung nur der inneren Lobenlinie zugute, im Gegen-

satz zur echten Suturallobenbildung. In bezug auf Größenverhältnisse der einzelnen Suturelemente zeigen die Schlotheimiatidae ursprüngliche Verhältnisse, die an *Psiloceras* erinnern, denn E ist noch flacher als L und der Externsattel wird vom Lateralsattel überragt.

Die Zerschlitzung entspricht ursprünglich dem triänid-tripartiten Typus, zeigt aber die Tendenz, in den dicranid-bipartiten überzugehen. An den Loben nähert sich die Ventralinzision der Mediane der betreffenden Suturelemente genau wie bei allen übrigen Psiloceratoidea Wedek. Ganz abweichend von den beiden zuvor charakterisierten Familien wird aber an den Sätteln nicht die β-Inzision, sondern die α-Inzision der Sattelmediane genähert. Dies zeigt naturgemäß am deutlichsten der Externsattel (Fig. 29 Abb. 6, Fig. 32 Abb. 4), am Lateralsattel kommen diese Verhältnisse in der tieferen Lage der β-Inzision zum Ausdruck, an den genannten Sätteln fällt auch die reiche Gliederung des Mittelblattes auf.

Die Schlotheimien stammen zweifellos von den Psiloceraten ab, sie sind im untersten Lias α bereits vorhanden und gehen durch den ganzen Lias β.

Literatur.

Arthaber, Gustav v., 1912. Grundzüge einer Systematik der triadischen Ammoniten. Centralbl. f. Min. etc.

Branco, W., 1879. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden. Palaeontographica. 27.

Brandes, Th., 1912. Die faziellen Verhältnisse des Lias zwischen Harz- und Egge-Gebirge mit einer Revision seiner Gliederung. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXIII.

Buch, L., 1832. Über die Ammoniten in den älteren Gebirgsschichten. Abh. der k. Akad. der Wiss. Berlin. (Gesammelte Schriften. 4.)

Diener, 1916 a. Bemerkungen über die Inzisionen der Suturlinie als Grundlage einer natürlichen Klassifikation der Ammoniten. Centralbl. f. Min. etc.

— 1916 b. Einiges über Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente in der Ammonitensutur. Centralbl. f. Min. etc.

Dietz, A., 1916. Über bipolare Lobenzerschlitzung einiger Liasammoniten. Centralbl. f. Min. etc.

Douvillé, B., 1909. Sur l'*Ammonites mutabilis* Sowerby et sur les genres *Proplanulites* Teisseyre et *Pictonia* Bayle. Bulletin de la Société Géologique de France.

Frech, F., 1897. Lethaea palaeozoica. Bd. II, 1. Stuttgart.

Frech, F., 1903. Lethaea Mesozoica. Bd. III, 1. Stuttgart.
Hauer, Fr. v., 1865. Cephalopoden aus dem Lias der NO-Alpen. Denkschrift d. Wiener Akademie.
Hyatt, A., 1868. The fossil Cephalopods of the Museum of Comp Zoology at Harward College. Bulletin of the Mus. of C. Zool. Cambridge, Mass.
— 1889. Genesis of the Arietidae. Smithsonian Institution Washington.
Karpinsky, A., 1889. Über die Ammoneen der Artinsk-Stufe. Mém. de l'Acad. impérial des Sc. de St.-Pétersbourg. VII. Série. **37**. No. 2.
Korschelt und Heider, 1890. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Spezieller Teil. Fischer, Jena.
Mojsisovics, Ed. v., 1882. Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. der k. k. geol. Reichsanst. **10**.
Naef, A., Artikel Cephalopoden im Handwörterbuch der Naturw. Bd. II.
Neumayr, M., 1878. Über unvermittelt auftretende Cephalopodentypen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.
— 1879. Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. Abh. der k. k. geol. Reichsanst. Wien. **7**.
Noetling, Fr., 1905 a. Über die Ontogenie von *Indoceras baluchistanense* Noetling. Dies. Jahrb. Bd. I.
— 1905 b. Untersuchungen über den Bau der Lobenlinie von *Pseudosageceras multilobatum* Noetling. Palaeontographica. **51**.
d'Orbigny, 1842—49. Paléontologie française, Terrain jurassique.
Pfaff, E., 1911. Über Form und Bau der Ammonitensepten und ihre Beziehungen zur Suturlinie. Niedersächs. geol. Gesellsch.
Pompeckj, 1893—96. Beiträge zu einer Revision der Ammoniten des Schwäbischen Jura. Lief. I und II, Stuttgart.
— 1895. Ammoniten des Rhät. Dies. Jahrb. Bd. II.
— 1901. Über *Tmaegoceras* Hyatt. Ibid. Bd. II.
— 1913. Artikel „Cephalopoda" im Handwörterbuch der Naturwissenschaften.
Quenstedt, F. A., 1885. Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. **1**. Stuttgart.
Reynés, P., 1879. Monographie des Ammonites (Lias). Atlas. Paris-Marseille.
Schloenbach, H., 1865. Beiträge zur Paläontologie der Jura- und Kreideformation im nordwestlichen Deutschland. Teil I. Über neue und weniger bekannte jurassische Ammoniten. Palaeontographica. **13**.
Seebach, K. v., 1864. Der hannoversche Jura. Berlin.
Smith, J. P., 1897. The development of Glyphioceratidae. Proceedings of the California Academy of Sciences. Third Series. Geology. **1**. No. 3.
— 1898. The development of *Lytoceras* and *Phylloceras*. Ibid. **1**. No. 4.
— 1900. The development and phylogenie of *Placenticeras*. Ibid. **1**. No. 7.
Solger, Fr., 1903. Über die Jugendentwicklung von *Sphenodiscus lenticularis* Owen und seine Beziehungen zur Gruppe der Tissotien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **55**.

Wähner, F., 1882—98. Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias der nordöstlichen Alpen. Teil I—VIII. Beiträge zur Paläontologie von Österreich-Ungarn. Wien.

Wedekind, R., 1910. Über die Lobenentwicklung der Simbirskiten. Ges. naturf. Freunde Berlin.

— 1913. Die Goniatitenkalke von Martenberg b. Adorf. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin.

— 1913. Zur Kenntnis der Prolobitidae. Dies. Jahrb.

— 1916 a. Über Lobus, Suturallobus und Inzision. Centralbl. f. Min. etc. H. 8.

— 1916 b. Zur Systematik der Ammonoidea. Ibid. H. 22.

— 1916 c. Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Gebr. Borntraeger, Berlin.

— 1917. Genera der Palaeoammonoidea (Goniatiten). Palaeontographica. 62.

Wright, Th., 1878—86. Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands. Palaeontographical Society. London.

Zittel, K. A. v., 1885. Handbuch der Paläontologie. Paläozoologie. 2. R. Oldenbourg, München u. Leipzig.

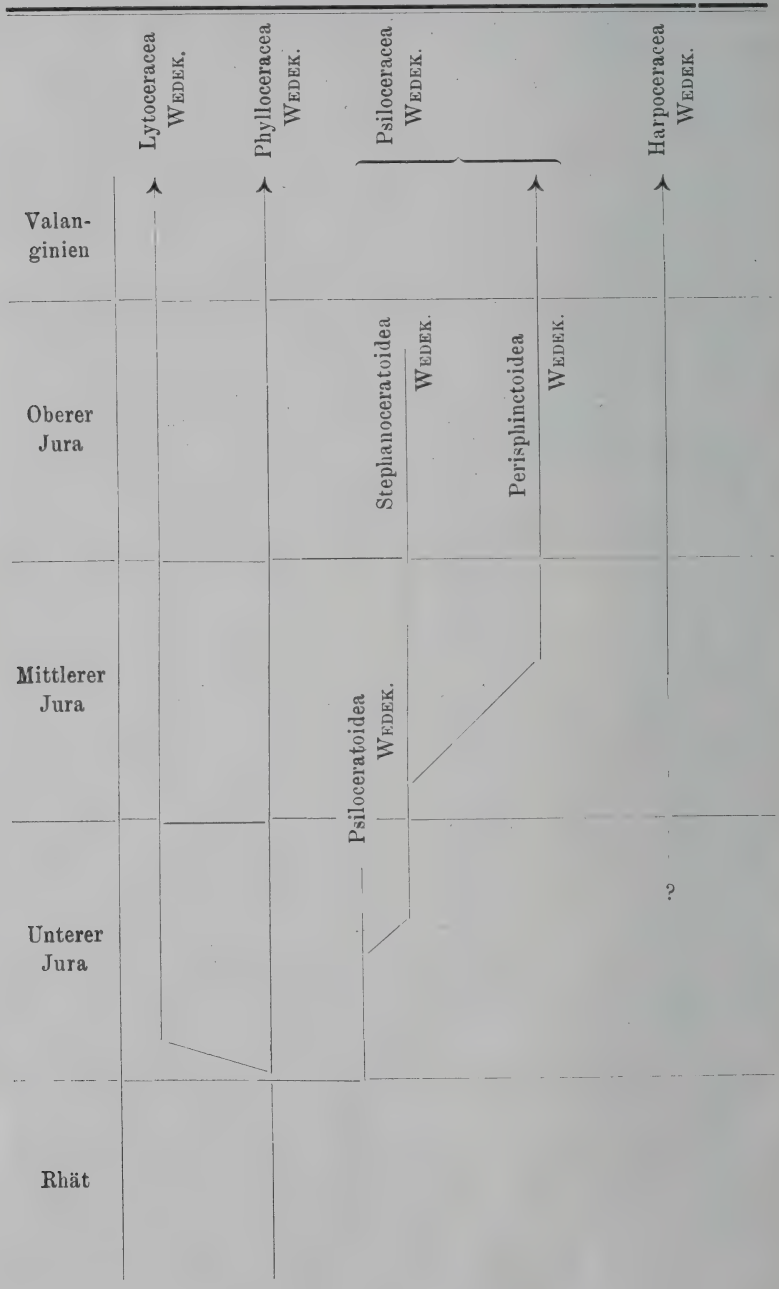
— 1915. Grundzüge der Paläontologie. 1. Abt. R. Oldenbourg, München u. Leipzig.

Übersicht der Neoammonoidea Wedek.

Lobenlinie differenziert durch Ausgestaltung von U_I oder U_{III} als Suturallobus, infolgedessen Anzahl der normalen nach dem ventro-alternierenden Typus angelegten Umschlagloben beschränkt, auch dann, wenn der Suturallobus rückgebildet wird. In diesem Falle bisweilen Ergänzung der Lobenlinie durch Anlage von U_{IV}, U_V usw. nach dem einfachen dorsopartiten Typus. I mit Seitenzacken.

	Rippen und Anwachsstreifen gerade über die Flanken verlaufend, bei ursprünglichen Formen auf der Externseite vorgebogen; bei abgeleiteten Formen auch die Externseite geradlinig überschreitend			Rippen und Anwachsstreifen sichelförmig
	Lytoceracea Wedek.	Psiloceracea Wedek.		Harpoceracea Wedek.
	Ursprünglich $U_I = S$ und triänid-tripartit. Tendenz zur Herausbildung von μ_β und m_d	Ursprünglich $U_{III} = S$ und triänid-tripartit. Tendenz zur Herausbildung von μ_β und m_v		Spaltpunkt der Rippen wandert von der Naht zur Externseite
		Spaltrippen oder sekundär einfache Rippen. Spaltpunkt wandert von der Externseite zur Naht	U_I unterdrückt: Perisphinctoidea Wedek.	U_I noch vorhanden: Stephanoceratoidea Wedek.
		Primär einfache Rippen	Psiloceratoidea Wedek.	
J ohne Seitenzacken (lituid).	Phylloceracea Wedek.			

Übersicht der möglichen Zusammenhänge bei den jurassischen Neoammonoidea Wedek.



Übersicht der Psiloceratoidea Wedek.

	Stammreihe			Terminalreihen	
	$U_{III} = S$			Bei typischen Vertretern U_{III} normal ausgebildet	
	Psiloceratidae			**Arietitidae**	**Schlotheimiatidae**
Externseite differenziert, sekundäre Zerschlitzung ägocerat	Aegoceratinae			U_I ungespalten. Medianckiel	U_I gespalten. Medianfurche
	Abgeleitete Formen. Rippen auf der Externseite gerade, Sattelzerschlitzung bipartit	Nicht alle Rippen mit Knoten	Kiellose Formen	*Cycloceras* Hyatt	*Ophioceras* Hyatt, extrem niedrigmündig. Lateralsattel etwa von gleicher Höhe wie der Externsattel. U_I und U_{III} annähernd gleich tief (Pseudosuturallobenbildung). Sattel U_{III}/U_I meist durch U_{IV} gespalten.	*Schlotheimia* Bayle. U_{IV}, U_V usw. werden gemäß dem einfachen dorsopartiten Typus angelegt.
				Deroceras		
				Praederoceras (A. ziphus)		
		Knoten, wenn vorhanden, an allen Rippen auftretend	Herausbildung eines Mediankieles			
	Ursprüngliche Formen; Rippen die Externseite mit einer Vorbiegung überschreitend, Sattelzerschlitzung meist tripartit			*Aegoceras* s. str.	*Arietites* Waag. L bedeutend kürzer als E. Lateralsattel den Externsattel überragend. U_I bedeutend tiefer als U_{III}	
Externseite glatt, sekund. Zerschlitzung phyllocerat	Psiloceratinae					
	Psiloceras Hyatt					

Übersicht der möglichen Zusammenhänge der Ammoniten des Lias α—γ.

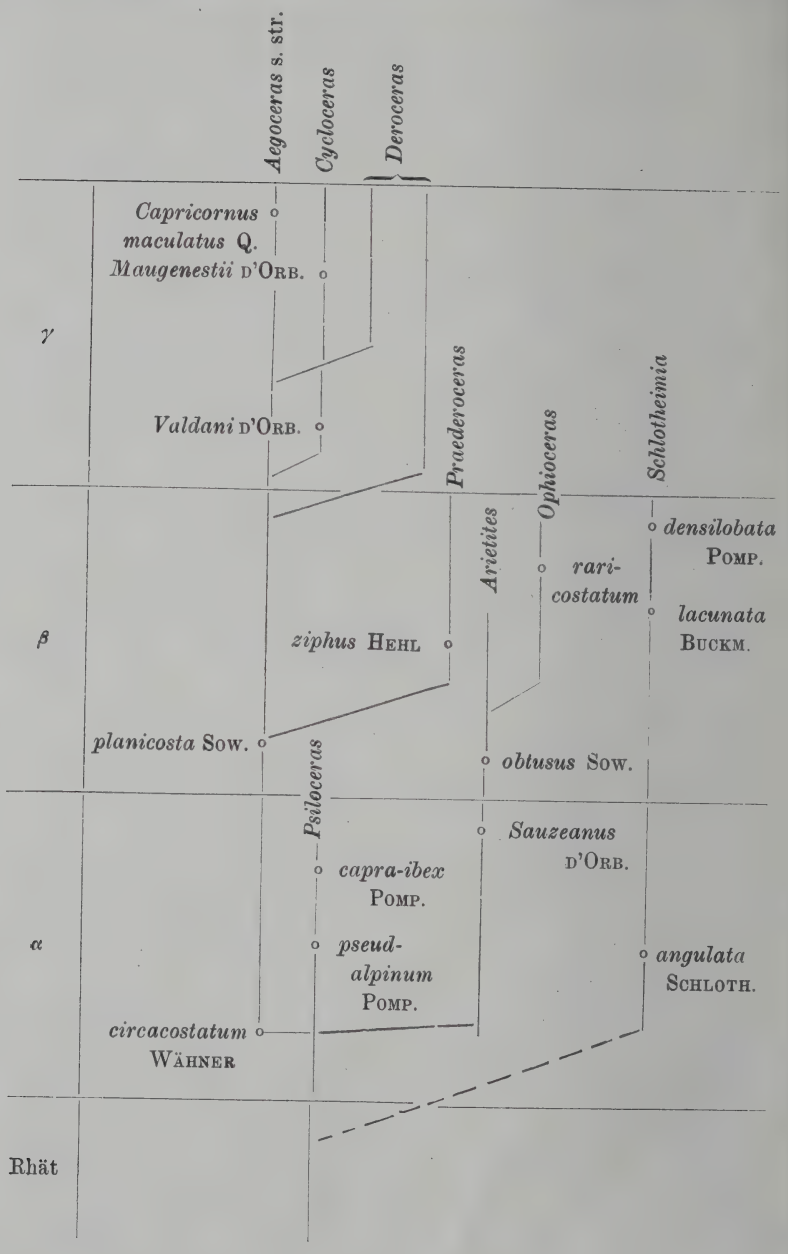


Tabelle A. **Herausbildung des „Mediansattels" im Externlobus.**

	Verhalten des Externlobus		Beispiele
I.	Bleibt unzerschlitzt		Alle devonischen Ammonoidea
II.	Durch Anlage zweier symmetrischer Inzisionen werden zwei kleinere Seitenzacken abgegliedert		Jugendliche Entwicklungsstadien von *Pronorites* und *Medlicottia* (Karpinsky 1889, Taf. I Fig. 1, 2, 4)
III.	Die Seitenzacken erfahren eine Wachstumsbeschleunigung und erreichen an der Alterslobenlinie den gleichen Umfang wie die Mittelzacke		*Pronorites cyclolobus* Phill. (Karpinsky 1889, Taf. I Fig. 4)
IV.	Die Seitenzacken werden stärker ausgeprägt als die Mittelzacke, es kommt infolgedessen zur Herausbildung eines sog. „Mediansattels", dessen mediane Einsenkung der Mittelzacke entspricht		*Agathiceras Krotowi* Karp. und *Parapronorites Mojsisovicsi* Karp. (Karpinsky 1889, Taf. V Fig. 7, Taf. II Fig. 2)
V.	Wie bei IV, doch werden die Seitenzacken infolge ihrer starken Ausprägung durch je eine Inzision gespalten		*Popanoceras* Hyatt (Karpinsky 1889, Taf. V Fig. 5—10)
VI.	Die seitlichen Teile des Lobus erfahren die Wachstumsbeschleunigung schon vor Eintritt der Zerschlitzung, der sich herausbildende Mediansattel weist deshalb keine mediane Einkerbung auf		Jugendliche Entwicklungsstadien der Neoammonoidea Wedk. (Fig. 12—32 der vorliegenden Arbeit)
VII.	Die beiden Äste des Lobus werden je durch eine Inzision in eine längere nach der Mitte zu gelegene Zacke und eine kleinere Seitenzacke gegliedert. Die mediane Aufwölbung wird wie ein normaler Sattel zerschlitzt		Spätere Entwicklungsstadien der Neoammonoidea Wedk. (Fig. 12—32 der vorliegenden Arbeit)

Tabelle B. **Übergang vom triäniden zum dicraniden Typus der Lobenzerschlitzung.**

Stadium		Verhalten der E zunächst gelegenen Loben	Verhalten der umbonalen Umschlagloben	Schematisierte Darstellung
I.	Anlage der Inzisionen	Typisch triänid; die Inzisionen v und d gleichzeitig, gleich stark und in symmetrischer Lage zueinander auftretend		
	Altersausprägung	Der Anlage entsprechend		
II.	Anlage der Inzisionen	Wie bei I		
	Altersausprägung	v erfährt eine stärkere Ausprägung u. wird der Lobenmediane genähert	Wie bei I	
III.	Anlage der Inzisionen	v in der Anlage vorauseilend, aber in ursprünglicher Lage	Wie bei I	
	Altersausprägung	v der Lobenmediane genähert, Hinzutritt von v'	Übergänge zum ursprünglichen triäniden Typus	
IV.	Anlage der Inzisionen	v median angelegt, v' u. d gleichzeitig u. in symmetrischer Lage zueinander auftretend	Übergänge zum ursprünglichen triäniden Typus	
	Altersausprägung	Der Anlage entsprechend	Konsequente Fortentwicklung	
V.	Anlage der Inzisionen	Sämtliche Loben durch eine Medianinzision (m_v) zerschlitzt, v' und d gleichzeitig und in symmetrischer Lage zueinander auftretend		
	Altersausprägung	Der Anlage entsprechend		

Tabelle C. **Übergang vom tripartiten zum bipartiten Typus der Sattelzerschlitzung.**

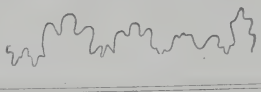
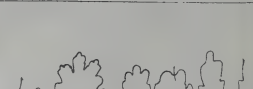
Stadium		Verhalten der E zunächst gelegenen Loben	Verhalten der umbonalen Umschlagloben	Schematisierte Darstellung
I.	Anlage der Inzisionen	Typisch tripartit; die Inzisionen α und β gleichzeitig, gleich stark und in symmetrischer Lage zueinander auftretend		
	Altersausprägung	Der Anlage entsprechend		
II.	Anlage der Inzisionen	Wie bei I		
	Altersausprägung	β erfährt eine stärkere Ausprägung u. wird der Sattelmediane genähert	Wie bei I	
III.	Anlage der Inzisionen	β in der Anlage vorauseilend aber in ursprünglicher Lage	Wie bei I	
	Altersausprägung	β der Sattelmediane genähert, Hinzutritt von β'	Übergänge zum ursprünglichen tripartiten Typus	
IV.	Anlage der Inzisionen	β median angelegt, α und β' gleichzeitig u. in symmetrischer Lage zueinander auftretend	Übergänge zum ursprünglichen tripartiten Typus	
	Altersausprägung	Der Anlage entsprechend	Konsequente Fortentwicklung	
V.	Anlage der Inzisionen	Sämtliche Sättel durch eine Medianinzision (μ_β) zerschlitzt, α und β' gleichzeitig und in symmetrischer Lage zueinander auftretend		
	Altersausprägung	Der Anlage entsprechend		

Tabelle D. **Übersicht der Typen der Zerschlitzung.**

Benennung des Typus		Art der Komplikation	Beispiele: Zeitpunkt des ersten Auftretens der Komplikation	Schematisierte Darstellung
Unzerschlitzt	prolecanit	Loben und Sättel unzerschlitzt; an der Alterslobenlinie bisweilen zugespitzt	Die Mehrzahl der devonischen Ammonoidea	
Monopolare Zerschlitzung	glyphiocerat (?)	Nur der Externlobus wird triänid zerschlitzt, Herausbildung eines Mediansattels infolge stärkerer Ausprägung der Seitenzacken. Die übrigen Suturelemente bisweilen zugespitzt	Carbon	
	popanocerat	Zerschlitzung greift auf den Laterallobus und vielfach auch auf die ventralen Umschlagloben über; desgleichen wird der Internlobus und die ihm benachbarten Loben zerschlitzt. Lobengrund nur in wenige (2—4) Zacken gegliedert	*Pronorites praepermicus* Karp. *Pronorites cyclolobus* Phill. (Karp. 1889, Taf. I Fig. 2 u. 4) — Carbon/Perm-Grenze	
	otocerat	Zerschlitzung vom Grunde der Loben aus auf die Flanken der Sättel übergreifend. Nur die Scheitelpartien der Sättel bleiben unzerschlitzt und treten bisweilen als große ganzrandige Endblätter hervor	*Otoceras trochoides* Abich *Otoceras Woodwardi* Griesb. (Frech 1897-1902 I. Teil. 2. 575), die große Masse der triadischen Ammonoidea — Perm/Trias-Grenze	
Bipolare Zerschlitzung	phyllocerat	Die primäre Zerschlitzung nimmt sowohl vom Grunde der Loben wie vom Scheitel der Sättel her ihren Ausgang. Die sekundäre Zerschlitzung tritt nur an den Rückbiegungen der primär zerschlitzten Lobenlinie (Lobenzacken + Sattelinzisionen) ein, die Vorbiegungen werden als große ganzrandige Blätter abgegliedert	*Phylloceras* Suess, *Psiloceras* Hyatt und die älteren Lytoceracea (vgl. Fig. 12 der vorliegenden Arbeit) — Trias	
	ägocerat	Auch die Vorbiegungen (Lobeninzisionen + Sattelblätter) werden sekundär zerschlitzt	Sämtliche Psiloceracea Wedk. mit Ausnahme der Psiloceratinae — Lias α	

Klima- und Verwitterungsfragen.

Von

Hermann Harrassowitz in Gießen.

Mit 1 Textfigur.

1. Die Verteilung der festländischen Wasserführung.

Alle Vorgänge auf dem Festlande, sei es im organischen oder anorganischen Reiche, sind abhängig von dem Wasser. Als Niederschlag kommt es auf die Erdoberfläche hinunter und kann in verschiedener fester oder flüssiger Form in und auf dem Boden auftreten oder fehlen. Das Leben erlischt im Gebiete festgewordenen Wassers oder bei vollkommener Trockenheit, es entfaltet seinen üppigsten Charakter im dauernd feuchten Tropenwald. Die Gesteine erhalten ein ganz anderes Gepräge, wenn sie sich im Bereiche dauernd laufender Flüsse oder unter dem Bereich der Schichtfluten der Wüsten absetzen. Der Charakter der festländischen Faziesbezirke wird durch das Auftreten des Wassers bestimmt, organische und anorganische Zusammenhänge ergeben sich als Erfolg verschiedener Wirkungen.

Drei Arten der Wasserführung können wir auf dem Festlande unterscheiden: Bei fester Form sprechen wir von einem nivalen oder glazialen Typus, wo Eis und Schnee dauernd herrschen. Im humiden Gebiete ist dauernde Durchfeuchtung vorhanden. Wasser ermöglicht stets die verschiedensten Umsetzungen. Im ariden Typus finden wir Trockenheit als herrschende Eigenschaft, die uns z. T. als sich öfters wiederholender Vorgang der Austrocknung nach stattgehabter Befeuchtung entgegentritt.

Wir können so — unabhängig von genetischen Zusammenhängen und rein beschreibend — von nivalen, humiden und ariden Vorgängen sprechen, die an einer beliebigen Stelle herrschen. Über die Ursachen der Entstehung ist damit zunächst nichts ausgesagt.

Versuchen wir, uns nun einen Überblick zu verschaffen, wie die genannten Vorgänge der Wasserführung auf der Erdoberfläche verteilt sind, so erkennen wir ein Doppeltes. Die Wasserführung ist einerseits klimatisch bedingt, sie kann aber andererseits auch aklimatisch auftreten. Wesentlich ist aber, daß die Wirkung klimatischer und aklimatischer Vorgänge vielfach dieselbe oder eine ähnliche ist. Nun arbeitet der Geologe aber bei der Gewinnung erdgeschichtlicher Ereignisse immer nur mit der Wirkung solcher auf die Bildung der Gesteine und er ist leicht geneigt, aus gleichen Wirkungen auf gleiche Ursachen zurückzuschließen. Da nun die Ausdrücke nival, arid, humid bisher vorwiegend klimatisch gebraucht werden, muß auf das aklimatische Vorkommen mit besonderer Schärfe hingewiesen werden.

Die klimatisch bedingte Wasserführung.

Drei Klimareiche unterscheiden wir mit Penck, die durch verschiedene Wasserführung ausgezeichnet sind. Ihre Definitionen sind bekannt und brauchen daher hier nur abgekürzt wiedergegeben zu werden. Im nivalen Gebiete fällt mehr schneeiger Niederschlag, als durch Abschmelzen entfernt werden kann. Im humiden Reiche ist der Niederschlag größer als die Verdunstung, so daß dauernd laufende Flüsse entstehen, während unter ariden Verhältnissen das Umgekehrte der Fall ist, so daß hier keine ständigen Flüsse in der Landschaft vorhanden sind.

Diese Gliederung hat für die Geologie sehr große Bedeutung, weil mit ihr eine Fülle anorganischer und organischer Erscheinungen zusammenhängen (vgl. Geol. Rundsch. **7**. 1916. p. 197 ff.; Ber. Oberrh. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde. N. F. Naturw. Abt. **7**. 1916—19. p. 212—232). Trotzdem ist ihr Widerspruch geworden. Neben Supan ist mehrfach Hettner (zuletzt in „Die Oberflächenformen des Festlandes". 1921. p. 164) dagegen aufgetreten und spricht ihr die umfassende klimatische Bedeutung ab. Nachdem sich aber herausgestellt hat, daß die Gliederung

von Penck durchaus mit der Köppen's (Peterm. Mitt. 1918. p. 193, 243) im Einklang steht und die Klimareiche Penck's sich in ihr deutlich erkennen lassen, ohne durch deren Grenzen hindurchzuschneiden, steht sie nur stärker gestützt da. Die Wasserführung ist eben zunächst klimatisch so scharf verteilt, daß sie für die Gliederung verwandt werden kann.

Bei der Verfolgung der drei großen Klimareiche in die geologische Vergangenheit scheint sich zu ergeben, daß humides und arides Klima wohl zu allen Zeiten nebeneinander existiert haben und wohl in Gürteln ähnlich der Jetztzeit auftraten, während nivales Klima nur zeitweise auftritt. Humides und arides Klima sind die Typen, auf die es in der Erdgeschichte als normale ankommt und die nebeneinander in ihren wechselnden Verhältnissen zu verfolgen sehr reizvoll ist. Zeiten größerer Trockenheit stehen feuchtere gegenüber, aber der zurücktretende Typus ist außerdem immer noch zu finden. Trotz des feuchten Klimas, das die ganze Carbonzeit in weiten Teilen der Erde ausgezeichnet hat, finden wir dennoch Gips, Salz oder rote Schichten, die auf Trockenheit hindeuten. (Obercarbon: Ostrand des Ural, Donetz, Texas, Peru; Untercarbon: Akadien, Montana, Michigan, Neuschottland, zentraler Tienschan, Java, Westaustralien.)

Die aklimatische Verteilung der Wasserführung.

Auch unabhängig von der Großverteilung der Klimareiche finden wir Vorgänge der Wasserführung, die wir als nivale, aride und humide ansprechen dürfen. Sie sind aber nicht klimatisch bedingt und durch verschiedene örtliche Faktoren zu erklären. Nicht von aridem Klima, sondern nur von ariden Vorgängen dürfen wir sprechen, wenn wir etwa bei uns die Verwitterung isolierter Felsen betrachten. Freilich sind diese Vorgänge nicht vollständig von echt klimatischen getrennt, sondern mit ihnen durch Übergänge verknüpft.

Die Grenzen arider und humider Klimate sind keine scharfen, sondern die Trockengebiete verschieben sich, wie uns erst neuerdings Köppen (Peterm. Mitt. 1920. p. 211) anschaulich mit Karten gezeigt hat, periodisch im Laufe des Jahres. So entstehen die semihumiden Klimate Penck's, die durch ein Wechselklima gekennzeichnet sind. Einen Teil des Jahres herrscht Trockenheit und aride Vorgänge machen sich breit. Die im Sommer aus-

trocknenden Flüsse des Mittelmeergebietes sind ein geläufiges Beispiel dafür. Von aridem Klima kann man aber trotzdem nicht sprechen, wenn auch der Zusammenhang mit dessen Großwerten nicht geleugnet werden kann. Für uns handelt es sich darum, daß eine solche Periodizität in Gesteinen als ein Wechsel antritt, der zu Aufstellung fortwährender Klimaschwankungen Veranlassung geben könnte. Ein unten zu besprechendes carbonisches Beispiel ist tatsächlich in ähnlichem Sinne gedeutet worden.

In weiterer Entfernung von einem bestimmten Klimareiche treffen wir auf Vorgänge ähnlicher Art, die auch als aride oder humide zu bezeichnen sind, die aber zu den Großwerten klimatischer Bedingtheit keine Beziehungen aufweisen. Sie sind ganz aklimatisch und im Hinblick auf die für den beobachtenden Geologen darin liegenden Verwechslungsmöglichkeiten pseudoklimatisch. Örtliche Faktoren bedingen sie, unter denen Eigenschaften des Bodens und die Exposition in erster Linie in Frage kommen. Natürlich wird in gewisser Nachbarschaft, z. B. des ariden Reiches, immer noch eher die Möglichkeit des Auftretens pseudoarider Vorgänge gegeben sein als weiter nördlich, da eine Südhanglage hier etwa die Ungunst polarer Verschiebung ausgleichen kann. Beispiele gebe ich weiter unten.

Die pseudoklimatischen Vorgänge werden sich manchmal nur auf einen kleineren Bereich erstrecken. Dann würde die Gefahr der Verwechslung nicht groß sein. Da unsere Schichtenfolgen aber lückenhaft erhalten sind, wird eine Erscheinung aber nicht immer gleich richtig zu bewerten sein und bei entsprechenden Schlüssen ist also Vorsicht am Platze. Schwieriger wird es, wenn es sich um weites Ausmaß arider Vorgänge handelt, weil dann eine Horizontalbeständigkeit im Schichtverbande gern zu weitreichenden Schlüssen verführt. Ich erinnere nur an bestimmte Fossillagen des sonst armen Buntsandsteins, die in unserem Zusammenhange nur als Pseudofazies bezeichnet werden können, da sie über den Gesamtzusammenhang nicht aussagen.

Einige Bemerkungen über Namengebung.

Die von mir besprochenen Zusammenhänge sind bisher nicht ganz unbekannt geblieben und in der geographischen Literatur angedeutet. So spricht schon Penck in seiner grundlegenden Schrift von pseudoariden Gebieten, wie Karst-

landschaften oder Schotter- und Sandebenen, die Wasser verschlucken, und bezeichnet humide perennierende Flüsse, die durch Wüsten gehen, als allochthone. Passarge, der ursprünglich von konsonanten und dissonanten Formen sprach, gibt neuerdings deutsche Ausdrücke: Fremdlingsformen, Vorläufer, Nachläufer, Vorzeitformen. (Vergleichende Landschaftskunde. 1921. p. 12; Landschaftskunde. III. p. 100.) Ein zusammenfassender Begriff liegt nicht vor, obgleich das Wort „Fremdlingsformen", das von ihm speziell verwandt wird, dazu geeignet gewesen wäre. Hettner möchte (Die Oberflächenformen des Festlandes. 1921. p. 163) nur von ortsfremden Formen reden. Dieser Ausdruck scheint mir aber nicht zutreffend zu sein. Denn viele der pseudoklimatischen Vorgänge sind ja gerade örtlich bedingt; die Bodenkunde unterscheidet so „Ortsböden". Nicht „ortsfremd", sondern „gebietsfremd" sind sie. — Von pflanzengeographischer Seite wird hier von „edaphischen" Wirkungen gesprochen; an sich ist es dieselbe Erscheinung, nur begrenzt auf den Boden als Ursache.

Vergleichen wir die genannten Ausdrücke, so müssen wir — ganz abgesehen von ihrer rein geographischen Anwendung — feststellen, daß sie nur Teile von dem umfassen, was geologisch wichtig ist. Die größte Bedeutung besitzen die Ausführungen Passarge's, der besonders in seiner vergleichenden Landschaftskunde vieles geologisch Wertvolle, gleichsam die Untergruppen unserer festländischen Fazies, darbietet. Freilich sind seine erklärenden Ausdrücke für uns nicht verwendbar. Ob eine pseudoklimatische Erscheinung eine Vorzeitform ist, ob sie ein Vorläufer eines Klimagebietes ist, dem wir uns nähern, oder ob es sich um eine Fremdlingsform handelt, durch auswärtige Kräfte hineingetragen, wird sich geologisch vielfach nur schwer feststellen lassen. Für uns scheint es besser, nur einen allgemeinen beschreibenden Ausdruck zu besitzen. Er soll die Tatsache bezeichnen, daß in einem geschlossenen Klimagebiet Vorgänge auftreten können, deren Wirkung einen Schluß auf das herrschende Klima nicht zuläßt. Daher spreche ich von der Diaspora arider, humider und nivaler Vorgänge in fremdem Gebiete, oder einer pseudoklimatischen Diaspora.

Mit einigen Beispielen werde ich unten die allgemein auseinandergesetzten Erscheinungen näher erläutern. Noch einmal

seien die Schwierigkeiten betont, die uns in diesem ganzen Kapitel entgegentreten. Vielfach wird eine sichere Entscheidung der Ursachen gar nicht möglich sein und wir werden uns auch fragen müssen, ob nicht doch echt klimatische Erscheinungen vorliegen. Die Schwarzerden Deutschlands sind dafür ein geeignetes Muster. Man kann sie zunächst als Vorzeitformen auffassen, hätte dann aber für die Vergangenheit zu fragen, ob sie nicht damals auch schon fremd waren. Die Hallenser Schwarzerden zeigen an einer oberflächlichen Bräunung (ich sah sie z. B. auf einer Exkursion unter freundlicher Führung der Herren Weigelt und Lehmann-Halle bei Köchstedt), daß sie jetzt in einer oberflächlichen Degradation begriffen sind. Sie liegen hier weiträumig im Gelände verteilt und scheinen ähnlich fleckenweise aufzutreten, wie ich dies auch im Gebiet des Donetzrücken sah. Sie sind also Vorzeitformen. Andererseits finden sich auf den sonnendurchglühten Porphyrböden über dem Saaletal richtige kalkige Schwarzerden, durch Diluvium vom Porphyr getrennt, die jetzt noch in sicher pseudoklimatischer Diaspora auftreten und mit den erstgenannten nichts zu tun haben.

Beispiele pseudoklimatischer Diaspora.

Einige ganz allgemein aufzufassende Fälle mögen zu Anfang besprochen werden.

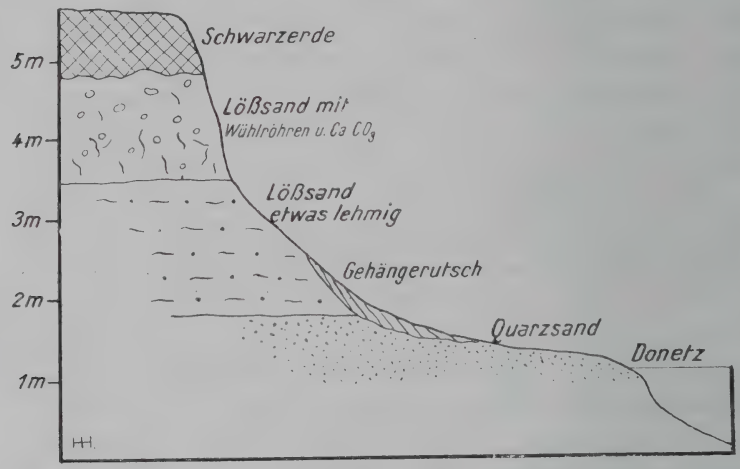
Die pontischen Pflanzenvereine Deutschlands stellen zunächst eines der bekanntesten Beispiele dar. Unsere Wegränder, Schutthaufen stellen örtliche Steppen dar, so daß wir auf ihnen Pflanzen finden, wie *Achillea millefolia*, *Cichorium intybus*, wie sie in Steppen Südrußlands weit verbreitet zu finden sind. Unweit Golubowka westlich Lugansk sah ich mitten im Lugantale (Nebenfluß des Donetz) einen steil aufragenden Hügel, dessen interessante Tektonik ich später einmal erörtern werde, der für diese Gegenden eine auffällige Landschaftsform darstellte. An seiner schattigen Nordwestseite befand sich noch im Oktober ein geradezu üppig blühender Gras- und Krautbestand. Auf seiner anderen, der Sonne mehr exponierten Seite trat aber sofort die übliche verbrannte trockene Steppe auf. Bei passenden Abtragungs- und Sedimentationsverhältnissen könnte hier die Möglichkeit in der Entstehung scheinbar humider Sedimente durchaus vorliegen. Örtliche Vorgänge schaffen hier humide Bedingungen.

In demselben Sinne wird uns Fauna und Flora einer Oase oder der Nachbarschaft einer Quelle im ariden Gebiet humides Verhältnis vortäuschen, das aber nur örtlich vorhanden ist. Vielfach werden sich nur in ihrer Nachbarschaft Reste der Lebewesen erhalten können, während ringsherum fossilleere Gesteine entstehen können. Wenn die Wannen arider Gebiete durch plötzliche Wolkenbrüche überschwemmt werden, so machen sich Spuren fließenden und stehenden Wassers deutlich bemerkbar, eine kleine Wasserfauna kann sich entwickeln, um nach dem Abtrocknen wieder zu verschwinden. Es liegt dann die Gefahr vor, daß die einzig auftretenden Fossilreste für die Gesamtentstehung der Formation als wichtig hervorgehoben werden, während dies tatsächlich nicht der Fall ist. Für Diluvialmollusken macht Geyer (Pal. Zeitschr. **5.** 1922. 42 ff.) auf ähnliches aufmerksam.

Das Donetzgebiet liefert hier noch andere Beispiele. Geradezu überraschend ist es, wenn man die baumlose trockene, z. T. mit weißen Kreidefelsen leuchtende Steppe passiert hat, und man steht plötzlich vor der weiten grünen, baum- und strauchbestandenen Niederung des Flusses. Mitten durch die aride Landschaft zieht so ein Streifen humider Vorgänge. Östlich Charkow, allerdings in schon schwächer aridem Gebiete, liefert uns der Fluß Bilder, die mit fichtenbestandenen Sandhügeln und moorigen Stellen durchaus in unsere norddeutsche Landschaft gehören könnten. Geologisch macht sich ein solcher Gegensatz in verschiedener Hinsicht bemerkbar. Unmittelbar am Fluß finden wir helle reine Quarzsande (z. T. in deutlichen Terrassen), die durch typische humide Vorgänge arm geworden sind. Gehen wir aber in eines der zahlreichen kleinen trockenen Kerbtäler hinein, die überall die Gegend zerschneiden, so finden wir ganz andere unsaubere arkoseartige Absätze mit feiner Grundmasse vor uns, die durchaus ariden Charakter besitzen. So sehen wir hier also unmittelbar nebeneinander Gesteine, die der Geologe einwandfrei als humid und andererseits als arid bezeichnen würde und doch beweisen sie keinen Klimawechsel, sondern nur das Nebeneinander von Vorgängen unter dem Einfluß örtlicher Verhältnisse der Wasserführung, eine Diaspora humider Wirkungen inmitten arider.

Am Donetzufer konnte ich 1918 ein Profil beobachten, das dies schön demonstriert.

Als Lößsande sind in dem Aufschluß die unreinen kalkigen lößähnlichen Sande bezeichnet, wie sie jetzt noch in der Landschaft unter dem Einfluß der Winde und Flächenspülungen entstehen. Der wenig weite Transport in dem flachwelligen Berglande bewirkt vielleicht, daß keine weitergehende Zerkleinerung zu Staub eintritt. Jedenfalls sind es typische, unreine, aride Sedimente, über die ich später noch weiteres mitteilen werde. Unter ihnen liegen aber ganz klare Flußquarzsande mit Geröllen, die durch ihren hellen Charakter als humide Gesteine gekennzeichnet sind.



Profil am Donetzufer ungefähr 2 km oberhalb Nischni, 7. Rotte (Blatt Slawjanoserbsk der topographischen Karte von Rußland 1 : 126 000).

Eine bodenkundliche Karte Rußlands von Ferchmin[1] zeigt, wie diese Beobachtungen allgemeine Bedeutung besitzen. Mitten durch das Schwarzerdegebiet ziehen die breiten Flußtäler und bringen Sand- und Schlickböden zur Entstehung, die den besprochenen humiden Charakter aufweisen. Die Breite der Täler mit mehreren Kilometern bedingt, daß es sich um Gesteinsbänder scheinbar fremder Entstehung handelt, die durch die Steppe ziehen.

Eine andere Diaspora ist noch viel wichtiger. „Kohle ist das Kennzeichen arider, Salz das Kennzeichen humider Sedimentation“ (Geol. Rundsch. **7**. 1916. p 202). Dieser Satz ist richtig, aber nicht jedes Kohlenvorkommen darf als unmittelbares Leitgestein

[1] Herrn Pd. A. Schultz in Hamburg bin ich für die freundliche Übersetzung der Legende zu großem Danke verpflichtet.

verwandt werden. Wie Gips bei Anwesenheit von Calciumcarbonat durch Zersetzung von Sulfiden in humiden Sedimenten entstehen und erhalten bleiben kann (zunächst freilich genetisch als deutlich sekundär erkennbar), so kann offenbar auch Kohle im ariden Gebiet in geringer Menge entstehen. Das Vorkommen der ariden Schwarzerden ist ja allein schon ein Hinweis dafür. Sie entstehen dadurch, daß die vorhandene Feuchtigkeit nicht zur Zersetzung von Humus ausreicht. Darum darf in diesen Gebieten ja auch nicht mit Stallmist gedüngt werden, weil er sich nicht wie in unserem Klima zersetzen würde. Darüber hinaus kennt man aber deutlich, wenn auch nur schwach, aride Vermoorungen unter örtlichem Einfluß zu starker Befeuchtung (Internat. Mitt. f. Bodenkd. Kossowitsch, **1**. 1911. p. 148), so daß sich daraus schon die Möglichkeit von Humuserhaltung ergibt, wenn mehrere Zufälle zusammenwirken. Freilich wird es sich nur um verschwindende Mengen handeln.

Wir haben vorher gesehen, wie das Durchqueren des ariden Gebietes durch einen Fluß humide Vorgänge und auch die Möglichkeit der Kohlenbildung mit sich bringt. Wenn der Fluß hin und her pendelt, dann werden sich scheinbar humide kohlenführende Sedimente unmittelbar auf aride legen können, ohne daß der petrographische Wechsel einen Klimawechsel bedeutet. Wenn wir daher in ariden Gesteinen der geologischen Vergangenheit Kohlen isoliert eingelagert finden, oder auch das umgekehrte Verhältnis beobachten, dann braucht nicht, wie man das bei dem Wechsel roter und grauer Schichten des Carbons tat, ein fortwährender Klimawechsel die Ursache zu sein, vielmehr können örtliche topographische Ursachen bewirken, daß eine Diaspora eintritt, daß sich aride und humide Vorgänge, nicht aber das Klima dauernd verschieben.

Die zugrunde liegende Ursache kann also die sein, daß örtliche humide Vorgänge im ariden Gebiete entsprechende Sedimente schaffen. Andererseits ist es aber auch möglich, daß das Klima sich zeitlich in einer bestimmten Richtung hin ändert. Dann braucht aber kein Übergang vorhanden zu sein, sondern je nach den örtlichen Verhältnissen werden sich an einer Stelle aride, an einer anderen Stelle humide Vorgänge abspielen können, je nach dem ob die Schwellenwerte zu ihrer Bildung örtlich erreicht sind. Wenn sich irgendwelche Faktoren nach einer Richtung hin ver-

schieben, tritt nicht sofort eine Wirkung ein, sondern erst, nachdem ein gewisser Wert erreicht ist. Im Gestein drückt sich dies deutlich aus. Es wird ein scharfer Wechsel möglich sein, der aber mit einem Klimawechsel nicht unmittelbar zusammenhängt. Nur ein Wechsel örtlicher Vorgänge wird angezeigt, der allerdings von einer Klimaänderung abhängt. Diese wird dadurch kenntlich werden, daß etwa rote Schichten sich immer häufiger ein- schieben und graue zurücktreten. Die Wende Carbon-Perm zeigt uns dies ja deutlich.

Gerade bei Kohlen ist auf die Bedeutung der örtlichen Vorgänge scharf aufmerksam zu machen. Von den zwei Arten der Moore sind ja nur die einen streng klimatisch bedingt, nämlich die Hochmoore, während die Flachmoore überall an örtliche Verhältnisse, humide Senken gebunden erscheinen. Durch den Gesamtbereich des humiden Gebietes und selbst durch Teile des ariden sind Flachmoorabsätze und deren Wirkungen in Gestalt von Ausbleichungen zu finden. Da nun die Zersetzungserscheinungen unter den Mooren sehr intensiv sein können, so ergibt sich, daß dadurch örtlich eine besondere Verstärkung in der chemischen Veränderung der Gesteine eintreten kann, die täuschend wirken kann. Je höher die Intensität der Verwitterung, desto höher ist man versucht, das Alter oder die Temperatur des Klimas zu veranschlagen. Ich erinnere hier an die hochgradige Zersetzung der Diluvialschotter, die ja gern als Kennzeichen verschiedenen Alters benutzt werden. Wüst konnte aber bei Halle im Diluvium (Centralbl. f. Min. etc. 1911. p. 59) nachweisen, daß in merklicher Weise nur die 3. und 5. Terrasse stark verwittert sind, und daß dies auf dem Auftreten von Mooren beruht, die örtlich verwitternd wirken. Bekannt sind auch die Hinweise, die Deecke neuerdings (Geol. von Baden. II. p. 609) aus Süddeutschland gab, daß die starke Verwitterung von Diluvialschotter nicht als unmittelbarer Altershinweis betrachtet werden darf. Freilich vermag ich seiner Beweisführung nicht ganz zu folgen.

Schließlich sei noch auf die Wirkung arider Vorgänge an isolierten Felsen im humiden Klima hingewiesen. Unter dem Einfluß der starken Verdunstung des Wassers in einzelnen Felsen, Felswänden und Bauwerken, treffen wir hier dieselben Oberflächenerscheinungen, Rindenbildung, Wabenverwitterung, Salzausblühung wie im ariden Gebiet. Trotzdem handelt es sich nicht um Kennzeichen eines früheren ariden

Klimas — schon die Gipsausblühungen hätten sich ja nicht so lange erhalten können —, sondern nur um jetzige aride Vorgänge. An den kahlen Felsen rufen nur örtlich auftretende Bedingungen diese Sonderverhältnisse hervor, auf die Erich Kaiser zuerst in diesem Zusammenhange aufmerksam gemacht hat. Noch heute können wir diese Erscheinungen beobachten (vgl. Geol. Rundsch. **7**. 1916. p. 201—202). Als „pseudoklimatisch" sind gerade diese Erscheinungen mit ganz besonderem Rechte zu bezeichnen, weil sie tatsächlich Schwierigkeiten hervorgerufen haben. Ich komme auf sie in einem späteren Aufsatz noch einmal zurück (s. p. 514).

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Es ergibt sich, daß wir bei der Benutzung irgendwelcher scheinbar klimatischer Merkmale in Gesteinen sehr vorsichtig[1] sein müssen. Die verschiedenen Gebiete der Wasserführung, die wir als nivale, humide und aride bezeichnen, kommen zwar einerseits klimatisch bedingt vor und haben ganz charakteristische Wirkungen. Aber auch aklimatisch sind sie vorhanden und können in einem fremden Klimagebiet scheinbar auf andere Verhältnisse hinweisen. Die Erscheinung wird als pseudoklimatische Diaspora bezeichnet. Unter ihrem Einfluß treten durch örtliche Umstände bedingt besonders aride und humide Vorgänge außerhalb ihres Heimatsgebietes auf, ohne daß sie über das Gesamtklima ihrer Umgebung etwas aussagen. Allein betrachtet, werden sie uns ein falsches Bild über das damalige Klima der Gegend und die Entstehung der Gesteine liefern. Nicht als Einzelbeobachtungen dürfen sie uns leiten, immer ist der ganze Schichtenkomplex zu analysieren, nicht einzelne Schichten, mögen die letzteren noch so verbreitet und vielleicht auch leitend sein, vergleiche etwa das Auftreten einzelner Kohleflöze in zahlreichen Formationen, die Gervillienbänke des Mittleren Buntsandsteins oder die wenigen, meist schalenkrebserfüllten Lagen unserer sonst so keuperähnlichen roten und grünen Cypridinenschiefer des Oberdevon.

[1] Nach Abfassung des Aufsatzes erhalte ich die interessante Studie von Kerner von Marilaun (Mitt. Geol. Ges. Wien. **13**. 1920. p. 96 ff.) „Die Grundlagen und Aufgaben paläoklimatischer Forschung", die in mancher Beziehung ähnlich warnt und das ganze Material logisch gruppiert darzubieten sucht. Es handelt sich bei mir um seinen dritten Fall, die „Diglossie", Doppelzüngigkeit von Merkmalen.

2. Polare aride Gebiete.

Wie bekannt, liegt am Äquator ungefähr bis zum 20. Breitengrad der vollhumide äquatoriale Gürtel, durch hohe Temperatur, hohe Niederschläge und großes Gleichmaß in allen Faktoren ausgezeichnet. Nach Norden und Süden schließen sich ungefähr bis zum 40.° die zwei Haupttrockengürtel an, aus dem alle unsere Erfahrungen über aride Gebiete gewonnen sind. Lange haben wir geglaubt, daß jenseits des nun folgenden humiden gemäßigten Gürtels nur noch das nivale, glaziale Klima der Polgegenden herrsche. Man sprach freilich schon lange von arktischen „Wüsten", meinte damit aber zunächst die Vegetationsarmut und die Ähnlichkeiten in der mechanischen Verwitterung[1], die besonders durch scharfe Frostsprengung mit den echt ariden Gebieten hervorgerufen wurden. Immerhin bot die schon lange bekannte Niederschlagsarmut eine weitere bemerkenswerte Ähnlichkeit. Langsam mehrten sich aber aus arktischen und subarktischen Gebieten Beobachtungen, die uns eine immer weitgehendere Übereinstimmung zeigten (z. B. Högbohm, Bull. Geol. Inst. Upsala. **11**. 1912. p. 242—252; Philipp, Ergänzungsheft 179. Peterm. Mitt. 1914. p. 17—20). In den Felsformen finden sich überraschende Ähnlichkeiten. Die Kleinformen mit den typischen Aushöhlungen und Randbildungen entsprechen durchaus echten Wüsten, die Berge ertrinken in ihrem Schutt, starke Windwirkung durch Ausblasung feiner Teile und glättend polierende Tätigkeit ist bekannt. Nun unterliegt es aber keinem Zweifel, daß diese morphologischen Kennzeichen nicht überzeugend wirken können, obgleich sie selbst in nördlichen und südlichen Gegenden von Salzausblühungen begleitet werden. Denn es kann die im vorigen Abschnitt besprochene pseudoklimatische Diaspora vorliegen.

Inzwischen ergibt sich aber, daß aus der Summe der Beobachtungen sich so viele gemeinsame Züge herausschälen, daß an der Existenz wirklich arider Gebiete an den Polen kein Zweifel mehr gehegt werden kann. Arbeiten von Nordenskjöld und Blanck sind hier besonders wichtig. Freilich sind die Ergebnisse von beiden Autoren nicht in dieser Hinsicht gewürdigt worden.

[1] So meint es z. B. Passarge, wenn er in seiner „vergleichenden Landschaftskunde" von Kältewüsten und Steppen spricht. Freilich sind die uns interessierenden Trockenwirkungen von ihm dabei vergessen.

Nordenskjöld (Bull. Geol. Inst. Upsala. **15.** 1916. p. 35 bis 46; Geograph. Zeitschr. **20.** 1914. p. 509 ff.) bestätigt zunächst aus Grönland die schon bekannten Angaben morphologischer Art, wies auf die Salzausblühungen und dann vor allen Dingen auf die bekannten abflußlosen, stellenweise salzigen Seen hin. Während an den Hängen Frostverwitterung auftritt, findet sich bei Ebenen gerade eine tiefgründige Zersetzung, die, wie viele arktische Böden, durch Oxydationsfärbung gekennzeichnet ist. Aus dem Schlamm der Gletscherflüsse nimmt der Wind die feinsten Teilchen heraus und legt sie auf den grasbewachsenen Plateau-Ebenen des Binnenlandes nieder. Mangelnder Kalkgehalt, geringe Festigkeit und grobes Korn geben Unterschiede gegen einen eigentlichen Löß. Atterberg (Geograph. Zeitschr. **20.** 1914. p. 518) untersuchte die grönländischen Feinsande zugleich mit zwei Lößproben von Heiligenstadt bei Wien und Häjos in Ungarn. Die Ergebnisse seien hier angeführt, da sie an einer Stelle veröffentlicht sind, an der man normalerweise keine Bodenuntersuchungen vermutet.

Korngröße	Grönland	Wien	Ungarn
0,02 mm	1,5	2,4	1,1
0,2 —0,06 mm	48,1	25,4	33,3
0,06—0,02 „	40,9	45,4	45,5
0,02—0,002 „	7,9	15,6	10,7
0,002 mm	1,6	11,2	9,4

Aus den Analysen ergibt sich deutlich die starke Beteiligung des Feinsandes und das Zurücktreten der kleinsten Teilchenmassen gegenüber dem Löß. Die geringe Dispersität mag dem nahen räumlichen Zusammenhang mit dem Inlandeis zu verdanken sein. Andererseits kennen wir ja aus der Oberrheinebene und anderen Gegenden Feinsande, die in Löß übergehen. Wodurch der Mangel an Kalk bedingt ist, läßt sich noch nicht sicher sagen.

Die Entstehung dieser lößähnlichen Feinerde unter dem Einfluß des Windes ist dadurch wichtig, daß hiermit eine weitere Bedingung arider Klimate erfüllt ist, nämlich, daß sie Auflagerungsgebiete sind. Die ablagernden Kräfte überwiegen die fortschaffenden, was von Nordenskjöld ganz ausdrücklich betont wird. Das hängt damit zusammen, daß

fließendes Wasser nur in geringen Mengen vorkommt und man solche Trockentäler vermißt, welche andeuten würden, daß das Wasser bei anderen Gelegenheiten in reichlicherem Maße auftreten könnte.

Alle diese von Nordenskjöld beschriebenen Erscheinungen liegen in dem flachwelligen Innern von Grönland, das nicht besonders hoch ist, und meist auch ziemlich geringe relative Höhenunterschiede zeigt. Hier machte nun Nordenskjöld die auch für die Eiszeit wichtige Beobachtung, daß neben einem marinen und glazialen Klima, die an anderen Stellen am Rande der polaren Inlandeismassen zu finden sind, sich ein deutlicher kontinentaler Klimatypus ausprägt. Hohe Sommertemperaturen bis zu 12 oder 15° C und, wo der Typus rein ist, sehr tiefe Wintertemperaturen zeichnen das im Sommer ungewöhnlich trockene Gebiet aus. Im wahren Sinn des Wortes kann man hier von einer Polarsteppe sprechen, wo die Verdunstung höher als der Niederschlag ist, wo die bezeichnenden Temperaturextremen in dem der Insolation ausgesetzten Lande auftreten und die morphologische Beeinflussung dementsprechend geregelt ist.

Nachdem so die meteorologischen Daten in ausreichender Weise gegeben wären, könnte der Nachweis des polar ariden Gebietes als gegeben betrachtet werden. Inzwischen hat nun aber Blanck — wohl zum ersten Male — arktische Böden, und zwar von Spitzbergen, untersucht und gibt uns die bodenkundliche Bestätigung, wenn auch nur in einem Falle (Chemie der Erde. **1**. 1919. p. 462). Während der Hauptteil der untersuchten Bodenproben auf deutlich humide Vorgänge hinweist, die mit chemischer Zersetzung und Wegwurf von Stoffen verknüpft sind, zeigt eine graubraune Feinerde, die unterhalb des Schneefeldes der Advent-Bai gesammelt wurde, schon gegen Lackmus alkalische Reaktionen. Die Löslichkeit in Salzsäure, die Menge aller ermittelten Einzelbestandteile, besonders Ca und K (1,88 % Ca O, 1,82 % K_2O im H Cl löslichen Teil) weisen deutlich auf aride Verhältnisse hin. Da von Spitzbergen sonst die ganze Reihe polar-arider Erscheinungen beschrieben worden ist, auch Salzausblühungen, so wäre der bodenkundliche Nachweis ein letztes Glied in der Beweiskette.

Von den wichtigsten Kennzeichen des ariden Klimas sind damit folgende in den Polar-

gebieten festgestellt: Es liegt ein niederschlagarmes Gebiet mit hoher Verdunstung vor, in dem keine dauernd fließenden Gewässer vorhanden sind. Die Verwitterung ist einerseits eine physikalisch starke und andererseits von starken chemischen Zersetzungen begleitet. Die charakteristischen Salzausblühungen finden sich und dementsprechend im Boden eine Anreicherung löslicher Stoffe. Sedimentation ist vorwiegend als Auflagerung entwickelt.

Es ergibt sich danach, daß neben die zwei bis jetzt bekannten Haupttrockengürtel der Erdrinde noch zwei Polargebiete treten, die in jeder Beziehung den nötigen Bedingungen entsprechen.

Das Ergebnis ist von großer geologischer Bedeutung. Zunächst wird damit wohl endgültig die Bezeichnung arider Gebiete als besonders heißer verschwinden. Noch immer kann man, selbst in der neuesten Literatur, lesen, daß die Trockenzeiten des Zechsteins oder der Trias besonders heiße gewesen sein müssen. Diese Bezeichnung ist aber grundfalsch. Zunächst liegen die Trockengebiete überhaupt nicht in volltropischen Breiten. Gewiß können sich bei ihnen unter Tage bei dem wolkenlosen Himmel unter Einfluß der Insolation hohe Temperaturen entwickeln, aber in der Nacht stehen diesen unter dem Einfluß der ungehinderten Ausstrahlung um so tiefere gegenüber. Starke Tagesschwankungen und starke Jahresschwankungen bezeichnen die aride Gegend. Wenn sich unter aridem Klima Salzmassen entwickeln, sei es auf dem Festland, sei es in ausgeschnittenen Meeresteilen, so ist es die hohe Verdunstung, die dem ganzen Vorgang ihren Stempel aufdrückt, aber nicht die Temperatur. Gewiß wird ein hohes Temperaturmittel die Ausscheidung beschleunigen. Da die Erdgeschichte aber „Zeit hat", wird die Menge des ausgeschiedenen Salzes von der Temperatur recht unabhängig sein. Salzmassen weisen nur auf hohe Verdunstung hin. Erst andere Kennzeichen müssen hinzugezogen werden, um zu beweisen, ob es sich wirklich um sehr hohe Temperaturmittel handelt. Aber immer muß dann noch betont werden, daß der Mittelwert der Temperatur keine ausreichende Charakteristik gibt, da eben alle Verdunstungsgebiete durch Temperaturextreme gekennzeichnet sind.

Weiter ist von Bedeutung, daß hier aride Gebiete vorhanden sind, in denen die Wirkung fließenden Wassers tatsächlich zurücktritt. In allen anderen ariden Gegenden ist dies nicht der Fall. Seltenere, aber um so kräftigere Regengüsse fallen, wenn auch in großen Abständen. (Erich Kaiser gab noch neuerdings wertvolle Angaben darüber: Die Wassererschließung in der südlichen Namib Südwestafrikas. Zeitschr. f. pr. Geol. 27. Jahrg. 1919. p. 165—198; Bericht über geologische Studien während des Krieges in Südwestafrika. Abh. d. Gießener Hochschulgesellschaft. II. 1920. p. 1—57.) Sie wirken abtragend, transportierend, überschwemmend, seenbildend, so daß wir immer wieder Wasserwirkung beobachten können, obgleich dauernd fließendes Wasser in dem Gebiet, falls es voll arid ist, nicht vorhanden ist. Es war ein Kampf gegen Windmühlenflügel, wenn früher bei Diskussionen über Entstehung des Buntsandsteins — abgesehen von dem marinen Oberen Buntsandstein — immer auf die deutlichen Wasserabsätze hingewiesen wurde. Das Verhältnis ist umgekehrt, sie sind in ihrer Eigenart geradezu ein Charakteristikum arider Länder. Nirgends sehen wir eine solche Fülle von kleinen Wasserrissen, aber nur mit periodischer Führung, als in den Steppen, wo sie mächtige Verkehrshindernisse sein können. (Einzelheiten meiner russischen Beobachtungen gebe ich später.) Freilich ist der Buntsandstein nicht als voll arid, als reine Wüste zu werten, sondern als ein semiarides Aufschüttungsgebiet, das seinen Schutt wesentlich vom Süden des inneren deutschen Beckens und weniger von der Rheinischen und Böhmischen Masse geliefert bekam, wie schon früher betont. Ein vollarides Klima herrscht aber im Oberrotliegenden. Zum Buntsandstein hin setzen dann feuchtere Verhältnisse ein und hier haben sich die verkieselten Oberflächen-Carbonate an vielen Stellen Deutschlands abgesetzt, deren Bildung in den nicht verschütteten Teilen bis in die Trias hinein dauerte[1].

Sehr interessant ist, daß v. Lozinski (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1912. **62.** p. 209—218) das Rotliegende im Zusammenhang mit den „polaren Wüsten" erklären wollte. Wenn tatsächlich glaziale Ablagerungen irgendwo in der Nachbarschaft wären,

[1] Auf der Frühjahrssitzung der Geol. Vereinigung zu Gießen 1920 als Vortrag von mir behandelt. Vgl. den nächsten Aufsatz: „Permotriadische Grenzcarbonate".

dann dürfte es, abgesehen von der roten Farbe, schwer zu beweisen sein, daß diese Bildungen tatsächlich nicht polar-arid entstanden wären. Da dies nicht der Fall ist, kommt diese Anschauung meines Erachtens aber nicht in Frage. Sehr interessant ist aber, wie Lozinski das Rotliegende mit dem großen ungarischen Becken vergleichen wollte, in dem jetzt noch immer Akkumulation stattfindet. Tatsächlich liegt hier, was damals noch nicht gewürdigt werden konnte, ein arides Gebiet vor uns, das für bestimmte Teile des Rotliegenden, allerdings nicht mehr für das Oberrotliegende, tatsächlich sehr große Analogien darbietet. Hier finden wir auch den Zusammenhang von verschiedenen Vorgängen, einerseits Moorbildungen, andererseits „wüstenartige Flugsandgebiete mit Deflationserscheinungen" im gleichen Niveau. Das Gebiet ist zwar keine Wüste, aber doch ein deutliches semiarides, so daß dem Vergleich ein großer Wert innewohnt.

Auch das Meer des Zechsteins wurde einmal als kaltes bezeichnet, da es von Norden her kam und sich durch die Verkümmerung der Fauna auszeichnet. Wenn wir aber von dem inzwischen vorliegenden Nachweis höherer Temperaturen absehen, so muß doch hervorgehoben werden, daß die Verkümmerung der Fauna nicht in diesem Sinne zu sprechen braucht. Zechsteinähnliche Faunen sind auf der Oberfläche recht weit verbreitet. Stellenweise sind sie sogar unvermittelt gegen obercarbonische Faunen abgesetzt. Das führt uns darauf, daß wir ähnlich, wie es Koken im Festband dieses Jahrbuches 1907 schon andeutet, annehmen müssen, daß eine gemeinsame Ursache für diese faunistischen Verschiebungen zugrunde liegt, und das wird wohl die allgemeine mit dem Perm einsetzende Trockenheit sein. Wo Meeresteile an freier Kommunikation verhindert wären, da mußte in dieser Zeit der steigende Salzgehalt des Meerwassers sofort einwirken und die Fauna beeinflussen. Die arme Zweischalerfauna, die den Beginn des Perms an vielen Stellen bezeichnet, wurde dadurch wohl geschaffen. Da die ariden Bedingungen in ihrer Wirkung sich, wie immer in der Natur, nicht in langsamem Übergang, sondern in Quanten bemerkbar machen, ist es klar, daß auch die faunistische Auslese ziemlich plötzlich einsetzen muß. Dadurch erklärt sich die eigenartige Erscheinung, daß der auffällige Faunenwechsel mehrfach schon in obercarbonischen Schichten in einzelnen Bänken, also eine Procurrenz, eintritt.

Am deutlichsten wird das am Donetz (vgl. Tschernyschew und Lutougin, Le bassin du Donetz), wo inmitten der obercarbonischen Fusulinenfazies in Schicht 20, Reste von *Schizodus*, *Pseudomonotis radialis*, *Bellerophon percarinatus*, *Discina missourensis* auftauchen und uns eine zeitliche und örtliche Beeinflussung durch scheinbar fremde Momente dartun.

In jetzt arktischen Gebieten sind in der geologischen Vergangenheit vorher auch aride Bedingungen gelegentlich herrschend gewesen. Ich erinnere nur an die mächtigen obercarbonischen Gipse Spitzbergens. Auch wenn wir von Polverlagerungen Abstand nehmen wollen, so braucht in diesen Gesteinen jetzt keine Schwierigkeit mehr vor uns zu liegen. Wir haben ja oben ausführlich erörtert, daß es sich für die Entstehung der Salzmassen nicht um die Temperatur, sondern hauptsächlich um den Grad der Verdunstung handelt und diese ist hier möglich. Daß eine mächtige Eindampfung eintritt, wird in der Regel von der zufälligen Aneinanderreihung verschiedener Faktoren abhängig. Es geht oft bei geologischen Vorgängen wie bei einem Eisenbahnunglück zu. Im normalen Ablauf der Erscheinungen wird sich nichts Besonderes bemerkbar machen, Außergewöhnliches „ist unmöglich". Wenn aber eine unglückliche Verkettung verschiedener Momente eintritt, dann kann sich ein Ereignis von besonderer Tragweite herausbilden, das aus dem gewöhnlichen Rahmen vollständig herausfällt. So ist ja die Entstehung der deutschen Kalisalze im Zechstein nur durch eine besondere Kombination mehrerer Tatsachen möglich geworden, die in der geologischen Geschichte des Landes wurzeln. Das Verdunsten von Meerwasser zur Permzeit ist an sich nichts Besonderes und weithin über die Erde verfolgbar. Erst die physikalische Lage Deutschlands und die damit bestimmte Ausdehnung der Senken des Zechsteinmeeres zwischen varistischer und chalcedonischer Faltung, die Art der Bodenbewegung, das Verhältnis der russischen Meere und der weitere Fortgang der Senkungen durch die Triaszeit bewirkt, daß die so leicht angreifbaren Kalisalze erhalten bleiben: ein Beispiel, wie durch zufällige Summierung vieler Einzeltatsachen in der Erdgeschichte merkwürdige Bilder entstehen.

Die Ursache des polar-ariden Klimas ist noch unklar, und wir können daher nur eine kurze Erörterung geben.

Man könnte versucht sein, auf die Eismassen als Erklärung zurückzugreifen, und daher dem Ganzen nur eine zeitliche Bedeutung zusprechen, besonders im Hinweis auf die diluvialen Steppen Mitteleuropas, die meist unmittelbar mit dem Auftreten des Eises in Verbindung gebracht werden. Andererseits hängt die Niederschlagsarmut der polaren Gebiete auch von der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation ab und es wäre möglich, daß auch die ariden Gebiete eine streng klimatische Zone unabhängig von jeder Vereisung darstellen könnten. Bei dem Vergleich mit den Erscheinungen des Diluviums ergibt sich aber, daß es für uns zunächst gleichgültig ist, welche Ursache wir dafür annehmen.

Die Ursache des Auftretens der eiszeitlich ariden Gebiete, der Steppen, ist auch noch immer unklar. Einerseits mag das Vorrücken des Eises unmittelbar durch das Auftreten der Fallwinde die Ursache gewesen sein, oder es kam auch eine gleichzeitige Verlegung des mittelmeerischen Trockengürtels in Frage. Andererseits wäre es möglich, daß bei Annahme einer Polverlegung als Vereisungsursache aride Gebiete einfach durch die Polverlegung hervorgerufen worden sind. Eine Klärung der Frage ist noch nicht erfolgt und wir halten eine Diskussion daher für unnötig. Wir wissen jedenfalls, daß uns aus diluvial-ariden Gebieten nicht nur die typischen Sedimente und Faunen, sondern auch die hierher gehörigen Kleinerscheinungen bekannt geworden sind. Als erster beschrieb wohl Sarasin 1910 Abschuppungen, Wüstenpolituren und braune Patina an Werkzeugen aus dem Chelléen von Frankreich (Verh. der Naturforsch. Ges. zu Basel. **20**. Heft 3) und betonte, daß in damaliger Zeit ein trockenes Klima geherrscht habe, und er kam zu der Frage, ob eine Verschiebung des Wüstengürtels der nördlichen Halbkugel stattgefunden habe. Um eine „Wüste" wird es sich freilich kaum gehandelt haben, sondern nur um deutlich arides Klima. Als pseudoarid vermag man die Abschuppungen nicht anzusprechen, da bisher nicht bekannt geworden ist, daß sie etwa außerhalb des ariden Reiches vorkämen. Anders ist es mit angeblichen Wüstenrinden. Sie finden sich auch pseudoklimatisch. So hat Reitz (Centralbl. f. Min. etc. 1921. p. 20—28) diluviale Gerölle mit glänzend braunroten Überzügen als aride Gebilde ansprechen wollen. Die Möglichkeit dieser Erklärung muß zugegeben werden, zumal Dünen und Windkanter aus der gleichen Zeit bekannt

sind. Es muß aber beachtet werden, daß die weiten Sandebenen der Diluvialzeit, ganz unabhängig vom Klima, zu einer regional verbreiteten pseudoklimatischen Diaspora Veranlassung geben konnten, die eine Gesamtheit von Erscheinungen hervorbrachte, die aber doch nicht beweisend sind. Solange die diluvialen Steppen mit dem Klima der ganzen Eiszeit noch keine Erklärung gefunden haben, können wir uns darüber nicht endgültig äußern. (Übrigens sei erwähnt, daß wie Reitz vermutet, ähnliche diluviale Geschiebe auch sonst in Norddeutschland vorkommen. So kenne ich sie persönlich schon seit langer Zeit, ohne sie in gleichem Sinne angesprochen zu haben.) Bei den von Reitz als arid bezeichneten zersprungenen und wieder verkitteten Geschieben scheint mir keine Veranlassung gegeben zu sein, sie klimatisch zu deuten.

Daß von verschiedenen Seiten versucht worden ist (vgl. Kessler, Geol. Rundsch. **4**. 1913. p. 413), Verwitterungsformen isolierter Felsen Deutschlands als Zeugen ariden Klimas der jüngsten geologischen Vergangenheit anzuführen, ist bekannt. Noch immer fehlt aber eine geologisch-petrographische Untersuchung der fraglichen Erscheinungen. Erst wenn sie durchgeführt ist, werden wir feststellen können, ob es sich um Reste diluvial-arider Verwitterung handelt oder ob sie pseudoklimatisch entstehen. Jedenfalls kann man jetzt im Steinbruch noch die Entstehung von Pilzfelsen mit Rindenbildung und Gipsausblühungen beobachten. An den Stellen, wo jetzt Ausblühungen leichtlöslicher Salze gefunden werden, kann natürlich über den Zeitpunkt der ursprünglichen Bildung nicht mehr entschieden werden. Mindestens handelt es sich um eine Weiterbildung in der Jetztzeit.

In diesem Zusammenhange könnte man vielleicht auf die von verschiedensten Seiten beschriebene Roterdeverwitterung des Diluviums hinweisen. Da die Roterden des Mittelmeeres, mit denen wir hauptsächlich vergleichen, unter einem Wechselklima, d. h. sommerlichen ariden Vorgängen, entstanden sind, bieten sie uns vielleicht auch kennzeichnende Hinweise, deren Wertung freilich noch nicht endgültig zu übersehen ist.

Zusammenfassung.

In den Polargebieten herrscht z. T. echtes arides Klima. Alle Kennzeichen sind vorhanden: die meteorologischen Extreme, Niederschlagsarmut, hohe Verdunstung, Zurücktreten der Wirkung

fließenden Wassers, abflußlose und z. T. salzige Seen, starke physikalische und chemische Verwitterung, Salzausblühungen und Kleinerscheinungen an Felsen, absorptiv gesättigte Böden, Sedimentation vorwiegend als Auflagerung entwickelt. Noch sicherer als früher kann man daher sagen, daß aride Gegenden der geologischen Vergangenheit keine heißen gewesen sein müssen. Eingedampfte Salze weisen nur auf hohe Verdunstung, nicht auf hohe Temperaturen hin. Während in anderen Trockengegenden Wirkung fließenden Wassers immer zu sehen ist und daher im halbariden Buntsandstein keine Schwierigkeit in der Auffassung bietet, tritt sie polar ganz zurück. Weder die Kümmerfauna des Oberperms, die durch die Trockenheit zu erklären ist, noch die Bildungen des Oberrotliegenden (besonders nicht die permotriadischen Grenzcarbonate Deutschlands) weisen auf niedrige Temperaturen hin. Aus den Zeiten der diluvialen Steppen kennen wir neben unsicheren — vgl. die isolierten Felsen — auch sichere aride Kleinerscheinungen.

B
FEB 6
28. Oktober 1922
UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY
FEB 8 1923

Neues Jahrbuch
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **E. Kaiser**, in München — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

---

XLVII. Beilage-Band

Erstes Heft

Mit Taf. I—VI und 11 Textfiguren

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch
Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage
neubearbeitet von
Prof. Dr. **A. Osann.**
I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

PALAEONTOGRAPHICA.

Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit.

Herausgegeben von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj** in Berlin.

Bisher erschienen 64 Bände in Quartformat mit zahlreichen Tafeln und Textabbildungen.

Die Abhandlungen sind auch einzeln zu haben. Im Nachstehenden führen wir eine Anzahl der in der letzten Zeit erschienenen Arbeiten an

Krenkel, E.: Monographie der Kelloway-Fauna von Popilani in Westrußland. 22 Bogen mit 10 Tafeln und 26 Textfiguren.

Huene, Fr. v.: Beiträge zur Kenntnis der Ichthyosaurier im deutschen Muschelkalk. 8½ Bogen mit 7 Tafeln, 96 Textfiguren und 1 Textbeilage.

Salfeld, Hans: Monographie der Gattung Ringsteadia (gen. nov.). 2 Bogen mit 6 Tafeln und 1 Textfigur.

Wedekind, R.: Die Genera der Palaeoammonoidea (Goniatiten). 12½ Bogen mit 9 Tafeln und 54 Textfiguren.

Kräusel, R.: Die fossilen Koniferenhölzer (unter Ausschluß von Araucarioxylon Kraus). 11¼ Bogen.

Hadding, Assar: Kritische Studien über die Terebratula-Arten der schwedischen Kreideformation. 3 Bogen mit 9 Tafeln und 5 Textabbildungen.

Stolley, E.: Beiträge zur Kenntnis der Ganoiden des deutschen Muschelkalks. 8 Bogen mit 3 Tafeln.

v. Seidlitz, Wilfried: Trematosaurus Fuchsi, ein Labyrinthodont aus dem thüringischen Buntsandstein. 1¼ Bogen mit 2 Tafeln.

Schlosser, M.: Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste aus dem untersten Eocaen von Reims. 6 Bogen mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.

Hauff, B.: Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs. 5¼ Bogen mit 21 mehrfachen Tafeln.

Weigelt, J.: Die Bedeutung der Jugendformen carbonischer Posidonomyen für ihre Systematik. 11 Bogen mit 10 Tafeln und 54 Textfiguren.

Hennig, Edw.: Arthropoden-Funde aus den Bundenbacher Schiefern (Unterdevon). 2 Bogen mit 3 Tafeln.

Wanner, J.: Geologische Ergebnisse der Reisen K. Deninger's † in den Molukken. I. Beiträge zur Geologie der Insel Buru. 7 Bogen mit einer mehrfachen farbigen Karte und einer Profiltafel.

Inhalts- und Preisverzeichnisse stehen zu Diensten.

Inhalt des ersten Heftes.

	Seite
Schneiderhöhn, H.: Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers. (Mit 6 Textfiguren.)	1—38
Wetzel, W.: Sedimentpetrographische Studien. (Mit Taf. I—III und 1 Textfigur.)	39—92
Steinmann, G.: Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika. XXVI. E. Jaworski: Die marine Trias in Südamerika. (Mit Taf. IV—VI und 4 Textfiguren.)	93—200

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Grundzüge der Geologie

Ein Lehrbuch
für Studierende, Bergleute und Ingenieure

Mit Unterstützung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Salomon**-Heidelberg

Allgemeine Geologie. Teil I: Innere Dynamik

Gr.-8°. 368 Seiten mit vielen Textabbildungen.

In diesem Werke sind die einzelnen Abschnitte jeweils von dem besten Kenner des betr. Einzelgebietes bearbeitet worden, da es nicht mehr möglich ist, daß ein Einzelner die gewaltig angewachsenen Gebiete der Geologie gleichmäßig beherrscht. Auf diese Weise steht jeder Teil ganz auf der Höhe der Wissenschaft, alle Teile vom Herausgeber zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefaßt. Das schon lange mit Spannung erwartete Werk wird sich im In- und Auslande infolge seiner Neuartigkeit, seiner großen Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit leicht Eingang in allen Universitäts-, Instituts- und Fachbibliotheken verschaffen und sich für alle Geologen und Paläontologen — Lehrende wie Lernende — sowie für alle Bergleute und Ingenieure als unentbehrlich — als ein wirklicher Führer und Ratgeber — erweisen.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
550.5NJB C001
NEUES JAHRBUCH FUR MINERALOGIE STUTTGART
47 1922-23
3 0112 026631249